

# C&S SIG

---

## ***SIGESPROTA***

***Elaboração do Sistema de Informação Geográfica  
de Apoio à Gestão e Avaliação do PROT Alentejo***

---

Colatino Mendes Simplício

---

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

---

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação  
da Universidade Nova de Lisboa

**SIGESPROTA**  
**Elaboração do Sistema de Informação Geográfica**  
**de Apoio à Gestão e Avaliação do PROT Alentejo**

Dissertação orientada por  
Professor Doutor Pedro da Costa Brito Cabral

Julho de 2010

## **AGRADECIMENTOS**

Para a realização desta dissertação concorreu o apoio de diversas pessoas e entidades, às quais desejo expressar o meu reconhecimento.

Em primeiro lugar, devo um agradecimento especial ao meu orientador científico, o Professor Doutor Pedro Cabral, não apenas pela sua orientação e apoio empenhado que sempre demonstrou, mas também pela sua disponibilidade e compreensão face às dúvidas e hesitações que lhe expus, e que as suas oportunas sugestões permitiram ultrapassar. Agradeço-lhe também as diligências para a disponibilização das versões do software SIG utilizado (agradecimento extensivo ao Prof. Miguel Peixoto).

Aos meus amigos e colegas André Ramos e QuimZé manifesto um agradecimento particular; “culpados” por me envolverem no desafio do Mestrado C&SIG, “redimiram-se”, no entanto, através de um apoio permanente, mas particularmente relevante e decisivo em momentos cruciais da dissertação; foram também determinantes as sugestões para valorização dos textos.

À CCDR Alentejo agradeço a disponibilidade para utilizar, na presente dissertação, a informação e documentação referente ao PROT Alentejo, mesmo considerando que se trata de um documento ainda não oficialmente aprovado (em Julho de 2010); ao responsável pela unidade orgânica onde o trabalho foi desenvolvido, Dr. Armando Marques, e ao colega João Fialho, agradeço também o apoio prestado.

Por fim, um agradecimento também à minha mulher e ao meu filho; a ele, sobretudo pelo apoio, umas vezes claramente expresso, outras tacitamente manifestado; a ela, pelo permanente acompanhamento, pela leitura cirúrgica dos textos e pela reforçada compreensão de que teve que se munir.

**SIGESPROTA**  
**Elaboração do Sistema de Informação Geográfica**  
**de Apoio à Gestão e Avaliação do PROT Alentejo**

**RESUMO**

Com a presente dissertação, pretendeu-se proceder à formulação e implementação do SIGESPROTA - Sistema de Informação Geográfica de Apoio à Gestão e Avaliação do Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) do Alentejo, entendido como uma das componentes do respectivo Sistema de Gestão e Monitorização.

Nesse sentido, foi desenvolvido um conjunto de procedimentos, iniciado com a identificação da informação geográfica fundamental, que expressa as opções tomadas no Modelo e Sistemas Territoriais e nas Normas Orientadoras do PROT Alentejo. Esta informação foi seguidamente estruturada, tendo em vista a definição e aplicação do Modelo de Dados de suporte ao SIGESPROTA, envolvendo, nomeadamente, a melhoria da informação geográfica e a sua sistematização em bases de dados espaciais, a uniformização dos sistemas de projecção, a criação de metadados e a articulação com os documentos normativos do PROT.

Como segunda componente estruturante do SIGESPROTA, procedeu-se à criação e operacionalização da respectiva interface para a web, assente nos correspondentes serviços e aplicações. Através desta componente, pretendeu-se facilitar o conhecimento do conteúdo documental e a aplicação das orientações e normas definidas no PROT; esta solução confere ao SIGESPROTA a dinâmica que as actuais condições tecnológicas possibilitam em termos de difusão e partilha da informação geográfica e contribui para a prevista integração do PROT Alentejo no Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT).



**SIGESPROTA**  
**Development of a Geographic Information System**  
**to Support the Management and Evaluation of PROT Alentejo**

**ABSTRACT**

This dissertation aims to lead to the definition and operation of SIGESPROTA - Geographic Information System to Support the Management and Evaluation of the Regional Plan of Territorial Management (PROT) for Alentejo, regarded as one of the components of its Management and Monitoring System.

Accordingly, a set of procedures was developed, beginning with the identification of fundamental geographic information, which expresses the choices made in the Model and Territorial Systems and in the Reference Rules of Alentejo PROT. Afterwards, this information was structured in order to specify and apply the Data Model to support SIGESPROTA, involving, mainly, the improvement of geographic information and its systematization in spatial databases, the standardization of projection systems, the creation of metadata and the links to the normative documents of PROT.

As a second structural component of SIGESPROTA, the process of creation and testing of its web interface was also developed, based on the definition of web services and applications. This component is intended to facilitate the access to the documents and the application of the guidelines and rules set in PROT; this solution can provide SIGESPROTA with the dynamics that current technological conditions allow for the dissemination and sharing of geographic information and make planned integration of Alentejo PROT in the National System of Territorial Information (SNIT) easier.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Instrumentos de Gestão Territorial  
Ordenamento do Território  
Planeamento Regional  
Plano Regional de Ordenamento do Território  
Sistemas de Informação Geográfica  
WebSIG

## **KEYWORDS**

Territorial Management Instruments  
Territorial management  
Regional Planning  
Regional Plan of Territorial Management  
Geographic Information Systems  
WebGIS

## ACRÓNIMOS

**ADF** - Application Developer Framework

**AMA** - Agência para a Modernização Administrativa

**BEOT** - Bases para um Esquema Director de Ordenamento do Território

**CAOP** - Carta Administrativa Oficial de Portugal

**CCDRA** - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo

**CGI** - Common Gateway Interface

**CLC** - Corine Land Cover

**CNIG** - Centro Nacional de Informação Geográfica

**DGOTDU** - Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

**DHTML** - Dynamic HTML

**DSOT** - Direcção de Serviços de Ordenamento do Território

**EFMA** - Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

**EPG** - European Petroleum Survey Group

**ERPVA** - Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental

**ESRI** - Environmental Systems Research Institute

**ETRS89** - European Terrestrial Reference System 1989

**GPS** - Global Positioning System

**HTML** - HyperText Markup Language

**HTTP** - Hipertext Transfer Protocol

**IDE** - Infra-estruturas de Dados Espaciais

**IDEE** - Infraestructura de Datos Espaciales de España

**IG** - Informação Geográfica

**IGP** - Instituto Geográfico Português

**IGT** - Instrumento de Gestão Territorial

**INSPIRE** - Infrastructure for Spatial Information in the European Community

**IPCC** - Instituto Português de Cartografia e Cadastro

**KML** - Keyhole Markup Language

**LBOTU** - Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo

**LBS** - Location Based Services

**MAOTDR** - Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

**NCGIA** - National Center for Geographic Information and Analysis

**OEBT** - Opções Estratégicas de Base Territorial

**OGC** - Open Geospatial Consortium

**OT/U** - Ordenamento do Território/Urbanismo

**OTALEX** - Observatório Territorial Alentejo – Extremadura

**PDM** - Plano Director Municipal

**PMOT** - Planos Municipais de Ordenamento do Território

**PNPOT** - Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

**PPGIS** - Public Participation GIS

**PROGIP** - Programa de Apoio à Gestão Informatizada de Planos Municipais de Ordenamento do Território

**PROSIG** - Programa de Apoio à Criação de Nós Locais do SNIG

**PROT** - Plano Regional de Ordenamento do Território

**PROTALI** - Plano Regional de Ordenamento do Território do Litoral Alentejano

**PROZEA** - Plano Regional de Ordenamento da Zona Envolvente do Alqueva

**PROZOM** - Plano Regional de Ordenamento da Zona dos Mármore

**QREN** - Quadro de Referência Estratégica Nacional

**RCM** - Resolução do Conselho de Ministros

**REN** - Reserva Ecológica Nacional

**SGBD** - Sistemas de Gestão de Bases de Dados

**SGM** - Sistema de Gestão e Monitorização

**SIG** - Sistema de Informação Geográfica

**SIGD** - Sistema de Informação Geográfica Distribuído

**SITG** - Système d'Information du Territoire Genevois

**SNIG** - Sistema Nacional de Informação Geográfica

**SNIT** - Sistema Nacional de Informação Territorial

**SOC** - Server Object Container

**SOM** - Server Object Manager

**SQL** - Structured Query Language

**TI** - Tecnologias de Informação

**URL** - Uniform Resource Locator

**VGI** - Volunteered Geographic Information

**W3C** - World Wide Web Consortium

**WCS** - Web Coverage Service

**WFS** - Web Feature Service

**WMS** - Web Map Service

**WPS** - Web Processing Service

**WWW** - World Wide Web

## ÍNDICE DO TEXTO

|   |     |
|---|-----|
| AGRADECIMENTOS .....  | iii |
| RESUMO .....  | iv  |
| ABSTRACT .....  | v   |
| PALAVRAS-CHAVE .....  | vi  |
| KEYWORDS .....  | vi  |
| ACRÓNIMOS .....   | vii |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 1   |
| 1.1. Enquadramento .....  | 1   |
| 1.2. Objectivos .....   | 3   |
| 1.3. Premissas .....  | 4   |
| 1.4. Hipóteses de trabalho .....  | 4   |
| 1.5. Metodologia geral .....  | 5   |
| 1.6. Esquema da organização da dissertação .....  | 6   |
| 2. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL: ENQUADRAMENTO DO PROT ALENTEJO .....       | 8   |
| 2.1. Quadro geral dos Instrumentos de Gestão do Território em Portugal .....  | 8   |
| 2.2. Os SIG e os IGT: as diversas faces de uma “parceria” .....   | 12  |
| 2.2.1. Os SIG e sua aplicação ao planeamento e gestão territorial .....   | 12  |
| 2.2.2. Aplicação dos SIG ao planeamento em Portugal .....   | 16  |
| 2.2.3. As novas funcionalidades: a importância dos webSIG .....   | 19  |
| 2.3. Enquadramento e estrutura do PROT Alentejo .....   | 25  |
| 2.4. Conclusões do capítulo .....   | 31  |
| 3. ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DO PROT ALENTEJO: ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE DADOS .....                             | 32  |
| 3.1. Introdução .....   | 32  |
| 3.2. Identificação e estruturação da informação fundamental para o Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo ..... | 32  |
| 3.2.1. Identificação da informação geográfica do SIGESPROTA .....   | 33  |
| 3.2.2. Estruturação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA ....  | 35  |
| 3.2.3. Criação do <i>File Geodatabase</i> “PROT_Alentejo.gdb” .....   | 45  |
| 3.3. Definição do Modelo de Dados .....   | 49  |
| 3.4. Estruturação dos documentos normativos do PROT .....   | 50  |
| 3.5. Conclusões do capítulo .....   | 53  |
| 4. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEBSIG PARA O SIGESPROTA .....  | 55  |
| 4.1. Introdução .....   | 55  |
| 4.2. A importância da Internet como plataforma para partilha da informação .....  | 55  |
| 4.3. Soluções de distribuição de informação geográfica na web .....   | 58  |

|  |    |
|--|----|
| 4.3.1. Os serviços web e a importância do OGC .....  | 58 |
| 4.3.2. O papel determinante dos webSIG.....  | 60 |
| 4.4. A aplicação de webSIG aos instrumentos de planeamento.....  | 64 |
| 4.4.1. Breve avaliação da situação europeia .....  | 64 |
| 4.4.2. Aplicação ao sistema de planeamento português .....   | 68 |
| 4.5. A plataforma webSIG para o SIGESPROTA.....  | 70 |
| 4.5.1. A escolha da solução .....  | 70 |
| 4.5.2. Desenvolvimento da aplicação.....   | 73 |
| 4.5.2.1. Considerações gerais .....  | 73 |
| 4.5.2.2. Procedimentos efectuados.....   | 75 |
| 4.6. Avaliação dos resultados.....   | 77 |
| 4.7. Conclusões do capítulo .....  | 82 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 84 |
| 5.1. Análise e discussão dos resultados obtidos.....   | 84 |
| 5.2. Limitações da metodologia aplicada .....  | 86 |
| 5.3. Propostas de desenvolvimento futuro .....   | 88 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 90 |
| ANEXO 1 - Mapas integrados no Relatório Fundamental do PROT – Versão final para<br>aprovação pelo Conselho de Ministros, Janeiro 2010) ..... | 95 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Sistemas e sub-sistemas territoriais definidos no PROT Alentejo<br>(fonte: Relatório Fundamental do PROT – Versão final para aprovação pelo<br>Conselho de Ministros, Janeiro 2010)..... | 28 |
| Tabela 2 – Registo dos resultados obtidos pelo IGP nas transformações para<br>ETRS89 (fonte: Vasconcelos, 2009).....  | 44 |
| Tabela 3 – Repartição de tarefas por estratégia de implementação de webSIG<br>(adaptado de Cabral, 2007) .....  | 63 |
| Tabela 4 – Algumas das capacidades/funcionalidades que os serviços web podem<br>permitir (adaptado de ESRI, 2010g) .....  | 74 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Estrutura da dissertação.....   | 7  |
| Figura 2 - Sistema de Gestão do Território (fonte: BEOT, 2007) .....   | 10 |
| Figura 3 - Etapas de desenvolvimento dos SIG distribuídos (adaptado de Peng e Tsou, 2003) .....  | 14 |
| Figura 4 - Evolução histórica do SNIG (adaptado de: Julião, 2010).....   | 17 |
| Figura 5 - Estrutura dos SIG distribuídos (adaptado de ESRI, 2010d).....   | 21 |
| Figura 6 - Cobertura territorial dos novos PROT.....   | 26 |
| Figura 7 - Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo (fonte: Relatório Fundamental do PROT – Versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros, Janeiro 2010)..... | 29 |
| Figura 8 - Estrutura do Relatório Fundamental do PROT Alentejo, evidenciando os documentos cartográficos nele incorporados.....  | 34 |
| Figura 9 - Ajustamento aos limites da Região do Alentejo: exemplo para a Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental (ERPVA) .....                                   | 36 |
| Figura 10 - Detecção e correcção de erros topológicos: exemplo para a Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental (ERPVA).....                                       | 37 |
| Figura 11 - Processo de generalização cartográfica: exemplo para o Subsistema das Actividades Agro-florestais.....   | 39 |
| Figura 12 - Criação de metadados com MIG Editor – vista de edição: exemplo para a ERPVA .....  | 42 |
| Figura 13 - Ficheiro HTML criado com MIG Editor: exemplo para a ERPVA.....   | 42 |
| Figura 14 - Interface da aplicação “mudar_sistema_shp”, utilizada na transformação para o sistema de referência ETRS89-PT-TM06.....  | 44 |
| Figura 15 - Componentes de uma <i>geodatabase</i> , segundo o modelo da ESRI (Fonte: Apsey, 2008).....   | 45 |
| Figura 16 - <i>Model Builder</i> utilizado na criação do <i>file geodatabase</i> PROT_Alentejo.gdb.....  | 48 |
| Figura 17 - Fluxo dos procedimentos aplicados para identificação e estruturação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA .....  | 48 |
| Figura 18 - Modelo de dados de suporte ao SIGESPROTA.....  | 51 |
| Figura 19 - Acesso, em ambiente SIG <i>desktop</i> , às Orientações e Normas: exemplo para a ERPVA .....   | 53 |
| Figura 20 - Componentes básicos de um webSIG (adaptado de Peng e Tsou, 2003) .....   | 61 |
| Figura 21 - Interfaces da Directiva INSPIRE: <i>website</i> e geoportal .....  | 65 |
| Figura 22 - Portal de acesso à IDEE e respectivo visualizador, que permite adicionar facilmente servidores WMS e informação em formato KML.....                                  | 66 |
| Figura 23 - Interface da IDE OTALEX: geoportal e visor de mapas.....   | 66 |



|  |    |
|--|----|
| Figura 24 - Portal de entrada no SITG e interface da aplicação GeoAmenagement, evidenciando o acesso à legislação aplicável para a classe de espaços identificada na consulta do plano ..... | 67 |
| Figura 25 - Interface do visualizador do SNIG .....  | 68 |
| Figura 26 - SNIT: consulta da Planta de Ordenamento do PDM de Alvito através do acesso avançado.....   | 69 |
| Figura 27 - Geoportal do Alto Alentejo: visualizador global e aplicação para o município de Alter do Chão.....   | 70 |
| Figura 28 - Arquitectura do sistema ArcGIS Server (Adaptado de ESRI, 2010d).....   | 72 |
| Figura 29 - Interface do ArcGIS Server Mannager para criação/gestão de serviços web .....  | 77 |
| Figura 30 - Visualização da aplicação “SIGESPROTA”, através da qual é possível aceder à informação geográfica de suporte ao PROT Alentejo.....   | 78 |
| Figura 31 - Acesso aos metadados referentes à ERPVA, a partir da consulta da aplicação “Modelo Territorial do PROT Alentejo” .....   | 79 |
| Figura 32 - Uso de ferramentas de medição e consulta do conteúdo normativo, para uma área delimitada sobre a aplicação SIGESPROTA.....   | 80 |
| Figura 33 - Resultados da pesquisa pelo atributo “Montado”, na aplicação SIGESPROTA....  | 80 |
| Figura 34 - Integração do serviço WMS referente à ERPVA no ambiente ArcGIS <i>desktop</i> ....   | 81 |
| Figura 35 - Consulta da informação referente à ERPVA no Google Earth, através do acesso ao respectivo serviço KML .....  | 82 |

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Enquadramento**

Através da Resolução do Conselho de Ministros (RCM) nº 28/2006, de 23 de Março, foi determinada a elaboração do Plano Regional de Ordenamento do Território para a Região do Alentejo (PROT Alentejo), devendo a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDRA) promover a sua elaboração.

Na referida RCM apontam-se como objectivos primordiais do PROT Alentejo a definição das “opções estratégicas de base territorial para o desenvolvimento da Região do Alentejo” e a formulação do “modelo de organização do território regional”. São apontados outros objectivos complementares, como a identificação dos “espaços sub-regionais relevantes para a operacionalização do PROT” e a definição de medidas e orientações em matéria de uso, ocupação e transformação do solo; deve ainda salientar-se, pela relevância para o presente trabalho, a definição dos “mecanismos de monitorização e avaliação da execução das disposições do PROT Alentejo”.

Estes objectivos decorrem de orientações e princípios consagrados na legislação, nomeadamente na Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBPOTU) e no Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT). Eles evidenciam a importância que a expressão territorial assume no contexto dos Planos Regionais de Ordenamento do Território, entendidos como instrumentos de desenvolvimento territorial que devem traduzir as grandes opções determinantes da organização do território (MAOTDR, 2005).

De notar que, ao contrário dos anteriores PROT com incidência na Região<sup>1</sup>, os quais foram dirigidos a sub-regiões cuja especificidade justificou a elaboração desses instrumentos, o PROT Alentejo possui uma abrangência territorial mais vasta, pois incide sobre toda a Região do Alentejo (47 concelhos). Nos termos da RCM, pretende-se que o PROT permita “construir uma visão integrada do território do Alentejo e das dinâmicas regionais e locais”, considerando ainda a “inserção da Região no espaço nacional e europeu”.

Face à relevância da expressão territorial e da tradução espacial das grandes linhas de orientação consagradas no PROT, torna-se evidente a importância que, em todo o processo de elaboração e posterior implementação, acompanhamento e monitorização, pode assumir o recurso a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), como instrumento de suporte que torne esse processo mais rigoroso, dinâmico e operacional.

---

<sup>1</sup> PROTALI - Plano Regional de Ordenamento do Território do Litoral Alentejano, aprovado em 1993.  
PROZEA - Plano Regional de Ordenamento da Zona Envolvente do Alqueva, aprovado em 2002.  
PROZOM - Plano Regional de Ordenamento da Zona dos Mármore, aprovado em 2002.

Como referem Drummond e French (2008), os SIG são, cada vez mais, instrumentos fulcrais ao dispor de todos os interessados no processo de planeamento e ordenamento do território. De facto, as funcionalidades e capacidades dos SIG no que respeita à recolha, tratamento e gestão da informação geográfica, à realização de análises e formulação de alternativas, à versátil capacidade de visualização e produção de resultados e à contribuição para apoiar a tomada de decisões, são factores que levam a que, actualmente, a elaboração de qualquer instrumento de gestão territorial (IGT) não possa deixar de encarar o recurso ao SIG como instrumento de apoio fundamental ao longo de todo o processo.

Para além das crescentes funcionalidades que os SIG vão proporcionando no processo de planeamento e gestão territorial, ao longo dos anos mais recentes têm vindo a ser reforçados alguns dos pilares que marcam os SIG actuais: o recurso à Internet como plataforma privilegiada no processo de elaboração, acompanhamento e exploração do SIG, vulgo webSIG<sup>2</sup> e no acesso à informação geográfica, o reforço da capacidade dos SIG como instrumentos de apoio à tomada de decisões e o incremento da participação pública dos cidadãos no processo de planeamento e gestão do território onde se inserem. Esta rápida evolução dos SIG, particularmente acentuada ao longo da última década, reflecte, de acordo com Furtado (2006), os desenvolvimentos tecnológicos ligados à Internet e em particular à *Web*, que alargam a acessibilidade à informação geográfica a um número crescente de utilizadores. Reflexo desta evolução, as novas vertentes dos SIG passaram a ser encaradas como exigências que o processo de planeamento actual, cada vez mais dinâmico e participativo, deve assegurar.

É neste contexto que no presente trabalho assume grande relevância o desenvolvimento de uma plataforma webSIG que, no âmbito do “Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo”, torne mais funcional, dinâmica e abrangente a disponibilização dos respectivos elementos fundamentais, nomeadamente:

- As opções estratégicas de base territorial;
- O modelo global de ordenamento do território regional;
- Os sistemas de organização territorial estruturantes.

Apesar do que anteriormente foi dito quanto à articulação esperável entre o processo de elaboração dos recentes IGT e as potencialidades dos SIG actuais (na acepção mais abrangente), a verdade é que, no caso do PROT Alentejo, o processo não decorreu com aproveitamento total dessas funcionalidades: a estruturação do SIG foi limitada e relativamente convencional e a gestão da informação privilegiou, por vezes, a premência

---

<sup>2</sup> Considerando que o termo “web” para designação da Internet (em sentido lato) se encontra já integrado na Língua Portuguesa contemporânea, é utilizado o acrónimo webSIG para designar os SIG na Internet. Uma clarificação da designação é apresentada no ponto 2.2.3.

da resposta em detrimento da atempada sistematização; também a Plataforma Colaborativa, criada para facilitar o acesso e participação na elaboração do PROT através da Internet/Intranet, poderia ter melhor aproveitamento.

É, portanto, neste enquadramento que se insere a realização do presente trabalho, através do qual se pretende suprir algumas das limitações apontadas quanto ao processo de elaboração e valorizar a posterior implementação, gestão e monitorização do PROT para a Região do Alentejo. Deve ainda salientar-se que se, por um lado, a implementação de um SIG que permita tirar partido de todas as suas funcionalidades é viabilizada pela evolução tecnológica recente, traduzida, por exemplo, pela crescente capacidade e interoperabilidade dos sistemas, pela generalização da Internet de banda larga e pela utilização do *browser* como interface com a informação geográfica, por outro, a disponibilização dos IGT através da Internet corresponde a uma exigência legal estabelecida, nomeadamente, na Lei n.º 56/2007, de 31 de Agosto e, mais recentemente, no Decreto Regulamentar nº 10/2009, de 29 de Maio.

## **1.2. Objectivos**

O principal objectivo genérico da presente dissertação é a formulação e implementação do SIGESPROTA - Sistema de Informação Geográfica de Apoio à Gestão e Avaliação do Plano Regional de Ordenamento do Alentejo.

Nesse sentido, são definidos como objectivos específicos os três vectores seguintes:

- Como procedimento preliminar, estruturar e valorizar o vasto e diversificado volume de informação geográfica recolhida no âmbito do processo de elaboração do PROT do Alentejo, suscitado pelo envolvimento nesse processo de grande número de instituições da Administração Pública e de outros agentes com intervenção no território, tendo em vista a posterior incorporação da informação mais relevante no SIG geral da CCDRA;
- Como procedimento de suporte ao cumprimento de uma exigência regulamentarmente definida, estruturar e preparar a implementação do SIGESPROTA, entendido como o SIG que assegure uma das componentes do Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo, visando, sobretudo, as necessidades internas da instituição;
- Como procedimento destinado a maximizar o conhecimento e aplicação das orientações e normas definidas no PROT, a estruturação de um webSIG que confira ao SIGESPROTA a dinâmica que as actuais condições tecnológicas possibilitam em

termos de difusão e partilha da informação geográfica e que facilite o processo de inserção do PROT no Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT).

### **1.3. Premissas**

Como premissas subjacentes à proposta de realização do presente estudo, são de assinalar as seguintes:

- A realidade sentida na CCDR Alentejo quanto à maximização da utilização e acesso (quer internamente, quer por terceiros) à informação geográfica produzida no âmbito do PROT Alentejo;
- As potencialidades inerentes à implementação de um SIG como componente do Sistema de Gestão e Monitorização;
- A necessidade de assegurar a inserção do Plano no SNIT;
- A conveniência em recorrer às funcionalidades que a estruturação em termos de webSIG permite quanto à gestão, análise e partilha da informação geográfica.

De facto, ao longo do processo de elaboração do PROT, as dinâmicas suscitadas pelo envolvimento de um vasto conjunto de entidades e os prazos determinados para a realização das diversas fases são factores que, entre outros, poderão justificar a insuficiente consolidação de um instrumento que verdadeiramente possa considerar-se um SIG de apoio a esse processo. Porém, a informação, embora não devidamente estruturada, está disponível, assumindo-se a necessidade de maximizar o seu aproveitamento e disponibilização.

Por outro lado, e como está definido no PROT, importa implementar o Sistema de Gestão e Monitorização, que tem no Sistema de Informação um pilar fundamental, sendo ainda imprescindível assegurar que, para além de ir ao encontro das necessidades internas, a elaboração do SIG de Apoio à Gestão e Avaliação do PROT Alentejo (SIGESPROTA) se articule com as exigências colocadas pela sua integração no SNIT e pela articulação com outros projectos que comportam também uma componente relativa à gestão de informação sobre o território da Região do Alentejo.

### **1.4. Hipóteses de trabalho**

Face ao enquadramento acima exposto, para o desenvolvimento do estudo consideram-se as seguintes hipóteses de trabalho:

- Do processo de elaboração do PROT Alentejo resultou um vasto volume de informação geográfica e territorial cuja utilização pode ser valorizada e maximizada através da estruturação do SIGESPROTA;
- As crescentes funcionalidades dos SIG actuais e o recurso à Internet como plataforma privilegiada no processo de elaboração, acompanhamento e exploração do SIG tornam possível e desejável o desenvolvimento e operacionalização de uma interface do SIGESPROTA para a Web;
- O webSIG, para além de poder constituir um instrumento importante na gestão, análise e partilha da informação geográfica e no apoio à tomada de decisões, assegura ou contribui para a inserção do PROT Alentejo no SNIT.

### **1.5. Metodologia geral**

Como foi referido, o objectivo principal da presente proposta é maximizar a utilização e disponibilização, por parte da CCDRA, da informação geográfica resultante do processo de elaboração do PROT Alentejo. Assim, é compreensível que a metodologia prevista para a sua realização, embora assente principalmente nos recursos e atribuições da unidade orgânica responsável pelo SIG da instituição, conte igualmente com o envolvimento do serviço responsável pelo PROT, a Direcção de Serviços de Ordenamento do Território (DSOT) da CCDRA.

Neste contexto, em termos genéricos, propõe-se que a metodologia a adoptar considere os seguintes procedimentos:

- Identificação da informação geográfica (IG) fundamental, entendida como a informação que expressa as opções tomadas no Modelo e Sistemas Territoriais e nas Normas Orientadoras, que constituem os documentos fundamentais do PROT Alentejo. Esta identificação atende, por um lado, aos cinco domínios temáticos considerados e, por outro, aos oito modelos organizacionais, com a respectiva tradução cartográfica, definidos no PROT. Esta fase dos trabalhos implica a selecção, de entre o vasto volume de dados recolhidos, da informação geográfica que efectivamente suporta a estruturação dos domínios e modelos considerados;
- Estruturação da informação geográfica fundamental, tendo em vista a definição e aplicação do Modelo de Dados de suporte ao SIGESPROTA. Este procedimento implica, nomeadamente, a sistematização consolidada das designações, a estruturação de bases de dados espaciais para sistematização da informação geográfica fundamental, a uniformização dos sistemas de projecção da informação geográfica, a criação de metadados que permitam uma completa identificação da

informação e a estruturação da articulação com os documentos normativos do PROT (em articulação com a DSOT);

- Identificação da informação geográfica complementar, entendida como a informação que, embora não consagrada no Modelo e Sistemas Territoriais, foi directa ou indirectamente considerada para fundamentação das opções neles tomadas;
- Articulação do SIGESPROTA com o Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT) e com outros projectos nacionais ou da responsabilidade da CCDRA, na perspectiva da maximização das potencialidades inerentes ao acesso e disponibilização da informação;
- Criação da versão preliminar de webSIG para disponibilização na intranet e Internet dos elementos fundamentais do PROT, facilitando aos utilizadores internos e externos o acesso a estes documentos, como medida inserida no contexto do processo de modernização da gestão e administração pública e em cumprimento de disposições legais;
- Realização de testes e ajustamentos conducentes à versão consolidada do webSIG do SIGESPROTA.

#### **1.6. Esquema da organização da dissertação**

A proposta de organização da dissertação aponta para a sua estruturação em cinco capítulos (Figura 1).

Assim, prevê-se um capítulo inicial, com carácter introdutório, no qual se abordam os objectivos e o enquadramento em que se insere a realização do trabalho.

No segundo capítulo proceder-se-á, primeiramente, a uma breve sistematização do relacionamento entre os SIG e os IGT, com particular relevância para as funcionalidades acrescidas que as actuais soluções tecnológicas possibilitam, dedicando particular atenção ao papel dos webSIG. Em seguida, apresenta-se a estrutura do PROT Alentejo, incidindo principalmente nas componentes que mais directamente se articulam com a informação geográfica que se pretende sistematizar para incorporação no SIGESPROTA, considerando, por um lado, os cinco domínios temáticos definidos e, por outro, os oito modelos organizacionais, com a respectiva tradução cartográfica.

O terceiro capítulo corresponde à identificação e estruturação da informação geográfica fundamental, tendo em vista a formulação do Modelo de Dados de suporte ao SIGESPROTA. Considera-se fundamental a informação geográfica de suporte ao Modelo e Sistemas Territoriais e a informação geográfica objecto de incidência das Normas Orientadoras e, embora não se proceda a uma pormenorizada caracterização,

essa informação terá que ser objecto de um conjunto de procedimentos que lhe confiram a capacidade para a sua incorporação no SIGESPROTA. Deste processo resulta, igualmente, a identificação de informação geográfica complementar, ou seja, a informação que, embora não consagrada no Modelo e Sistemas Territoriais, fundamenta as opções neles tomadas. O capítulo culmina com a definição do Modelo de Dados e a estruturação dos documentos normativos do PROT.

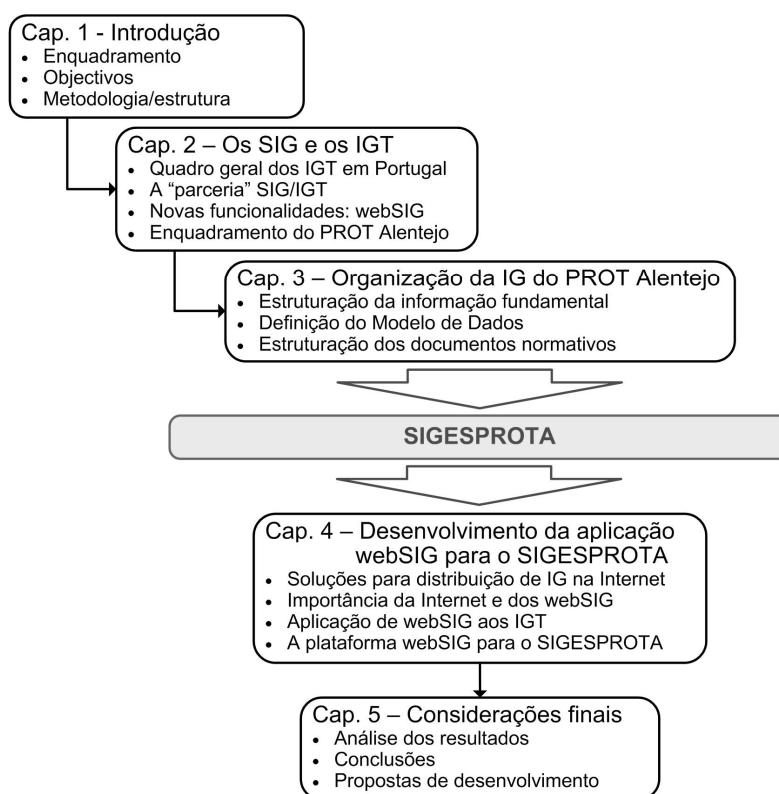


Figura 1 – Estrutura da dissertação.

O quarto capítulo corresponde ao desenvolvimento do webSIG como um dos vectores fundamentais do SIGESPROTA, tendo como fundamentação os procedimentos efectuados nos capítulos anteriores e como objectivo a operacionalização da interface do SIGESPROTA para a Web, adequando este instrumento às capacidades e às exigências actuais.

No quinto capítulo apresenta-se o resumo dos trabalhos desenvolvidos, incluindo os decorrentes dos testes e ajustamentos a efectuar, evidenciam-se as principais conclusões e apontam-se as vantagens e limitações do sistema proposto, perspectivando, ainda, algumas indicações quanto ao seu desenvolvimento futuro.



## **2. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL: ENQUADRAMENTO DO PROT ALENTEJO**

Com o presente capítulo pretende-se efectuar uma breve sistematização do relacionamento entre a tecnologia dos SIG e a forma como ela tem sido aplicada na elaboração e implementação dos IGT; merecem particular relevância os novos procedimentos e as funcionalidades acrescidas que as actuais soluções tecnológicas possibilitam, dedicando particular atenção ao papel dos webSIG.

Pretende-se igualmente apresentar o contexto em que se enquadra a elaboração do PROT Alentejo, bem como referir os traços fundamentais da sua estrutura. Esta abordagem terá maior incidência sobre as componentes mais directamente relacionadas com a informação geográfica que se pretende incorporar no SIGESPROTA; nesse sentido, destacam-se os domínios temáticos definidos, os modelos organizacionais formulados (com a respectiva tradução cartográfica) e a estrutura do Sistema de Gestão e Monitorização.

### **2.1. Quadro geral dos Instrumentos de Gestão do Território em Portugal**

No sentido de proporcionar um enquadramento quanto à articulação entre os SIG e os IGT, considera-se oportuno apresentar uma breve sistematização da evolução da política de ordenamento em Portugal e dos instrumentos que materializam essa política.

Como abordagem preliminar, importa atender aos dois conceitos acima referidos: gestão e ordenamento do território. Trata-se, na verdade, de conceitos que, quando reportados a um espaço geográfico cujas características biofísicas, políticas, administrativas, económico-sociais ou outras o definem como um determinado território, apresentam algum grau de equivalência, mas um maior grau de complementaridade.

Com efeito, como refere Jorge Gaspar, citado nos documentos de apoio ao Projecto do Instituto Geográfico Português (IGP) “Bases para um Esquema Director de Ordenamento do Território à Escala do Continente”<sup>3</sup>, “o ordenamento do território é a arte de adequar as gentes e a produção de riqueza ao território numa perspectiva de desenvolvimento”; assim, ele pode considerar-se um processo de organização do espaço territorial no sentido de que a sua ocupação, utilização e transformação decorram em conformidade com as suas potencialidades. Por outro lado, admitindo que foi alcançado um adequado processo de organização do espaço territorial, há que encontrar os mecanismos e instrumentos que assegurem a sua efectiva e eficiente aplicação, ou seja, através das apropriadas medidas de gestão do território. É compreensível, portanto, que se fale de

---

<sup>3</sup> Estes documentos encontravam-se disponíveis em <http://panda.igeo.pt/beot/html/>, e foram acedidos para consulta em Novembro e Dezembro de 2007. De forma a torná-la mais expedita, a referência a estes documentos será feita apenas como BEOT, 2007.

uma política de ordenamento materializada através dos respectivos instrumentos de gestão.

Em Portugal, a primeira legislação enquadrável na temática que hoje integra o ordenamento do território reporta à década de 30 do século passado, mas reflectia quase exclusivamente as preocupações com as questões urbanísticas e visava a resolução de problemas específicos. Ao longo das décadas seguintes foi progressivamente reforçada a noção de que a gestão do território deve ser tratada num contexto de integração e coordenação das políticas de organização e uso do espaço, numa abordagem intersectorial e interdisciplinar.

Embora anteriormente tenham sido formuladas algumas tentativas de enquadrar legalmente todo o sistema de ordenamento do território, esse objectivo só viria a ser alcançado com a aprovação da Lei n.º 48/98, de 11 de Agosto, designada Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBOTU), a qual define o quadro da política de ordenamento do território e de urbanismo, bem como os IGT que a concretizam, e regula as relações entre os diversos níveis da administração pública e desta com as populações e com os representantes dos diferentes interesses económicos e sociais.

Como salienta Alves (1999), a aprovação da LBOTU criou um novo ordenamento jurídico no sistema de planeamento e ordenamento do território e introduziu maior estabilidade e coerência entre os instrumentos que o compõem, apesar de ter sido elaborada no pressuposto de que a instituição das Regiões Administrativas ocorreria a breve prazo.

Relativamente a este importante instrumento legal considera-se oportuno salientar os seguintes aspectos:

- A política de ordenamento do território e de urbanismo assenta no sistema de gestão territorial;
- O sistema de gestão territorial organiza-se, num quadro de interacção coordenada, em três âmbitos distintos: nacional, regional e local;
- O sistema de gestão territorial concretiza a interacção coordenada dos seus diversos âmbitos, através de um conjunto coerente e racional de instrumentos de gestão territorial;
- Os IGT, de acordo com as funções diferenciadas que desempenham, abrangem quatro categorias (Figura 2): instrumentos de desenvolvimento territorial, de planeamento territorial, de política sectorial e de natureza especial.

Por se considerar de grande clareza interpretativa, apresenta-se na Figura 2 o esquema do sistema de gestão territorial, extraído de BEOT, 2007.

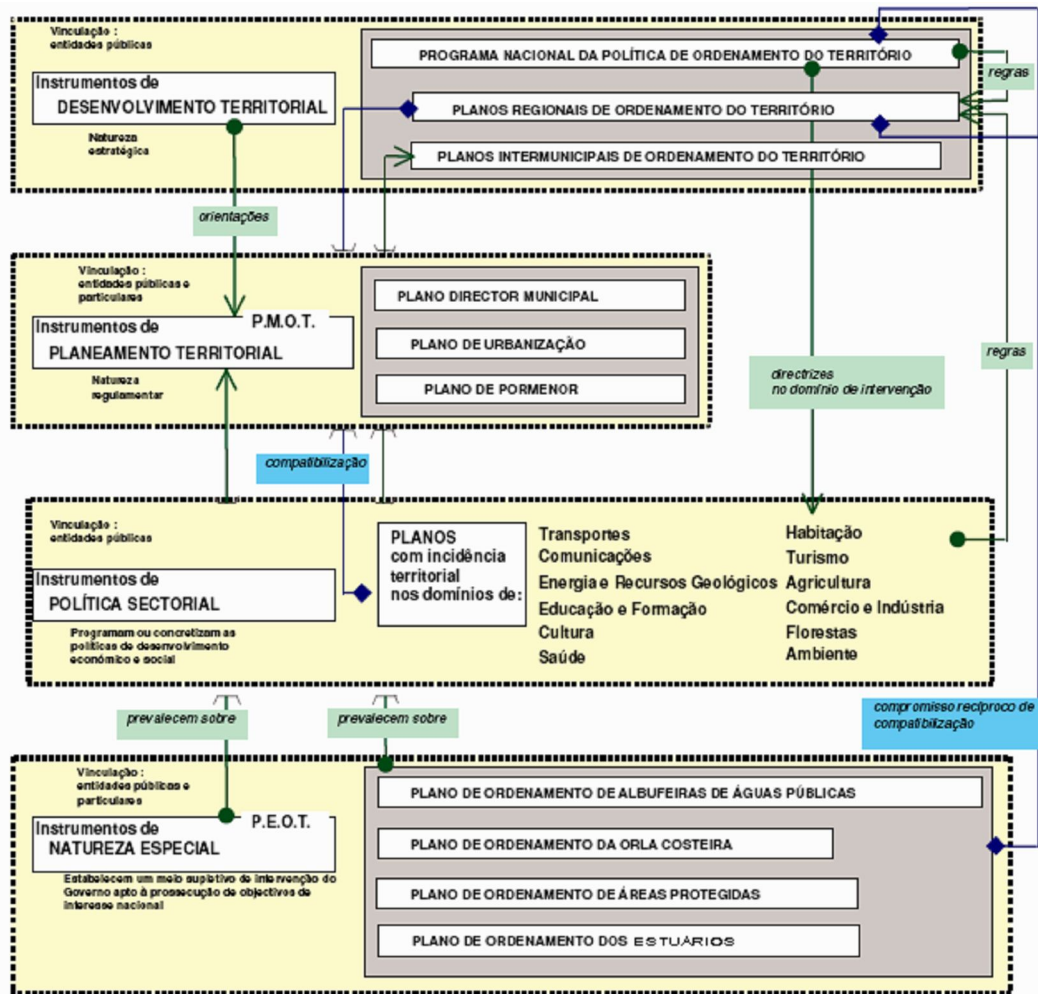


Figura 2 - Sistema de Gestão do Território (fonte: BEOT, 2007).

A regulamentação da LBOTU foi efectuada através do Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro, que desenvolve as bases da política de ordenamento do território e de urbanismo, definindo o regime de coordenação dos âmbitos nacional, regional e municipal do sistema de gestão territorial, o regime geral de uso do solo e o regime de elaboração, aprovação, execução e avaliação dos instrumentos de gestão territorial.

Basicamente, é o binómio formado pela Lei n.º 48/98 e pelo Decreto-Lei n.º 380/99, a que acrescem os diplomas legais posteriormente publicados no sentido de os clarificar, aperfeiçoar ou actualizar (uma alteração à primeira e seis ao segundo, sendo a mais recente a introduzida pelo Decreto-Lei n.º 46/2009, de 20 de Fevereiro<sup>4</sup>), que continua a constituir o pilar estruturante do quadro legislativo em matéria de ordenamento e gestão do território.

De entre as alterações acima enunciadas, merece referência, face aos objectivos do presente estudo, a Lei n.º 56/2007, de 31 de Agosto, a qual introduz a quarta alteração

<sup>4</sup> O somatório das alterações registadas levou à republicação, neste diploma, do Decreto-Lei n.º 380/99.

ao Decreto-Lei n.º 380/99, através da adição de dois novos artigos. É principalmente o artigo 83º-A que interessa destacar, pois ele estabelece que “os planos municipais de ordenamento do território estão acessíveis, a todos os cidadãos, na Internet”, para o que “os municípios devem proceder à transcrição digital georreferenciada de todo o conteúdo documental por que são constituídos os planos municipais de ordenamento do território, disponibilizando-o nos respectivos sítios electrónicos”. Embora sem explicitar a conveniência em adoptar os SIG como instrumentos fundamentais na elaboração, acompanhamento, disponibilização e gestão dos planos municipais de ordenamento do território, a exigência introduzida pelo artigo 83º-A quanto à adopção do formato digital aponta nesse sentido.

Também nesta perspectiva, salienta-se a introdução no Decreto-Lei nº 316/2007, de 19 de Novembro, do artigo 147º, referente à criação do Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT)<sup>5</sup>, que constitui um “sistema de informação oficial de âmbito nacional, partilhado pelas entidades públicas com responsabilidade na gestão territorial, que se destina a facilitar o acompanhamento e avaliação da política de ordenamento do território e urbanismo (...)”.

Mais recentemente, o Decreto Regulamentar nº 10/2009, de 29 de Maio, estipula, no nº 2 do Artigo 6º, a necessidade de estruturar em SIG a informação gráfica e alfanumérica que integra o conteúdo dos IGT.

Ainda no âmbito da legislação recente, destaca-se a publicação da Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, que aprova o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT); trata-se de um programa (não um plano) de desenvolvimento territorial de natureza estratégica, que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional, consubstancia o quadro de referência a considerar na elaboração dos demais instrumentos de gestão territorial e constitui um instrumento de cooperação com os restantes estados-membros para a organização do território da União Europeia.

Também neste caso são já explicitadas algumas orientações quanto aos mecanismos de gestão da informação, pois no n.º 4 do Artigo 8º da Lei n.º 58/2007 refere-se que “o sistema nacional de gestão territorial deve reunir o conjunto da informação geográfica relativa aos instrumentos de gestão do território, contribuindo para reforçar a eficácia do sistema de planeamento territorial e, em particular, da execução do PNPOT”.

Sendo certa a importância do pilar estruturante formado pela LBOTU e pelo Decreto-Lei nº 380/99 (na sua versão republicada no Decreto-Lei nº 46/2009), também o

---

<sup>5</sup> A entrada em funcionamento do SNIT ocorreu em Janeiro de 2008. A sua importância no contexto da temática da presente dissertação justifica uma referência mais desenvolvida no ponto 4.4.2.

PNPOT veio reforçar a estrutura do planeamento e gestão territorial, conferindo-lhe o necessário enquadramento nacional; porém, apesar de legalmente definida, a materialização dessa estrutura só actualmente está em vias de se concretizar, com a finalização dos PROT necessários para a cobertura integral do território nacional (e não apenas de áreas cuja especificidade justificou a elaboração de PROT parcelares); de resto, é este o enquadramento da elaboração do PROT Alentejo.

Assim, estão actualmente reunidas as condições que permitem a efectiva concretização de toda a estrutura de suporte ao ordenamento e gestão do território, sistematizada na Figura 2.

## **2.2. Os SIG e os IGT: as diversas faces de uma “parceria”**

O presente subcapítulo assenta em três componentes: na primeira apresenta-se uma referência sintética aos conceitos gerais subjacentes à definição de SIG e à articulação com as metodologias de planeamento e gestão territorial; na segunda, procede-se a uma sistematização da forma como a aplicação dos SIG em Portugal se tem reflectido no tratamento das questões relativas ao ordenamento do território e, consequentemente, no processo de elaboração dos diversos IGT, consagrados no sistema de planeamento português; na terceira, são referidas algumas das novas funcionalidades que ampliam o universo de aplicação dos SIG.

### **2.2.1. Os SIG e sua aplicação ao planeamento e gestão territorial**

É comum referir-se não ser fácil formular uma definição de SIG, dado que são sistemas marcadamente interdisciplinares, que integram informação de natureza variada, vocacionada para possibilitar diversas aplicações e que partilham procedimentos metodológicos e tecnológicos com outros sistemas. Por isso, e porque a questão da definição de SIG é relativamente acessória face aos objectivos do presente estudo, e atendendo ainda a que se considera ser uma definição suficientemente abrangente e integradora, adopta-se a definição proposta por David Cowen, em 1989, no âmbito do *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA). Segundo esta definição, um SIG é um sistema constituído por hardware, software e procedimentos, concebido para suportar a captura, gestão, manipulação, análise, modelação e visualização da informação referenciada no espaço, com o objectivo de resolver problemas complexos de planeamento e gestão que implicam a realização de análises espaciais. Alguns autores acrescentam, como componentes dos SIG, os dados e os utilizadores. Das recentes evoluções tecnológicas resulta que os SIG actuais têm na Internet e nas *intranets* das organizações uma plataforma fundamental, levando a que a rede seja também considerada uma componente essencial dos SIG actuais (Longley *et al.* 2005, in Barriguinha, 2008).

De acordo com Foote e Lynch (1995), os SIG não surgiram como algo completamente novo, mas sim como o resultado de um processo evolutivo assente no funcionamento articulado de diversas tecnologias e, como evidencia Matos (2000), a origem dos sistemas de informação geográfica está, pelo menos em parte, ligada com o ordenamento do território e o ambiente. Efectivamente, aquele que é considerado o “primeiro SIG”, o *Canada Geographic Information System* – CGIS (1966) foi desenvolvido para facilitar a classificação e inventariação dos recursos naturais e acompanhar as alterações do uso do solo.

Embora o desenvolvimento inicial dos SIG esteja ligado ao estudo das questões ambientais, a tecnologia revelou-se também ajustada aos interesses e necessidades dos técnicos envolvidos no planeamento regional e local, uma vez que as crescentes necessidades de efectuar complexas análises geoespaciais exigiam capacidades não disponíveis nos simples programas de cartografia automática.

Progressivamente, os SIG foram proporcionando capacidades adicionais, suportadas por novas soluções, como foi o caso da estrutura topológica dos dados; esta evolução permitiu suportar funcionalidades acrescidas, hoje consideradas essenciais, como a busca de endereços e percursos na Internet, GPS e telemóveis.

Autores como Drummond e French (2008) e Dragičević (2004), sistematizam, com clareza, alguns dos marcos que assinalam a evolução registada na concepção e operacionalização dos SIG ao longo das duas últimas décadas. Assim, no presente trabalho, apresenta-se uma breve referência aos aspectos mais marcantes desse processo.

O desenvolvimento tecnológico registado a partir dos anos 90 (ao nível do hardware, software, disponibilidade de informação geográfica e, mais recentemente, o recurso à Internet) permitiu o acesso às funcionalidades dos SIG a um maior universo de utilizadores; assentando em arquitecturas e soluções progressivamente mais integradas nas correntes dominantes de desenvolvimento das tecnologias da informação, os SIG apresentam actualmente um contexto de aplicação substancialmente mais alargado (Dragičević, 2004).

De facto, a integração entre as tecnologias dos SIG e da Internet deu origem aos SIG baseados na Internet, os webSIG. Inicialmente limitados à disponibilização de mapas estáticos e, posteriormente, mapas dinâmicos com funções limitadas, os webSIG disponibilizam actualmente funções avançadas de cartografia e visualização e permitem a interacção com múltiplos e diversificados sistemas e servidores que suportam funcionalidades avançadas; esta solução requer a adopção de protocolos comuns que permitam a troca de dados e a comunicação entre os intervenientes (Drummond e French, 2008), num contexto de crescente investimento na interoperabilidade; a actualidade e importância desta questão levam a que seja retomada nos pontos 2.2.3 e 4.3.

Em resultado das crescentes funcionalidades, os SIG constituem uma plataforma flexível e eficiente no apoio ao processo de análise e planeamento territorial, principalmente nas

situações em que é necessário considerar um grande volume de informação espacial diversificada e dinâmica (Salech e Sadoun, 2006). Efectivamente, os SIG proporcionam capacidades de análise e tratamento da informação geográfica que se ajustam às necessidades dos técnicos de planeamento e ordenamento do território, que os assumem, cada vez mais, como uma ferramenta determinante na concepção e gestão dos instrumentos de planeamento e gestão do território; as suas capacidades e funcionalidades conferem-lhes também grande importância no apoio à tomada de decisões, pois este processo exige que sejam considerados múltiplos e diversificados níveis de informação (Drummond e French, 2008).

Por outro lado, também a quantidade e qualidade da informação geográfica que se encontra disponível para integrar no processo de planeamento tem vindo a aumentar, sendo previsível (e desejável) o reforço desta tendência. O acesso a esta informação, sobretudo com recurso à Internet e às Infra-estruturas de Dados Espaciais (tema a tratar adiante), permite reduzir o esforço e o tempo consumido na preparação da informação de base nos processos de planeamento, como salientam Drummond e French, (2008).

De acordo com Peng e Tsou (2003), o desenvolvimento dos SIG tem sido fortemente influenciado pela evolução das tecnologias de informação (TI); inicialmente, os SIG assentavam em plataformas *mainframe*, evoluindo depois para os mais usuais SIG de *desktop* e, mais recentemente, para os SIG distribuídos (SIGD), abrangendo os SIG baseados na Internet (webSIG) e os SIG móveis (Figura 3); esta tipologia, que traduz um nível crescente de acessibilidade às funcionalidades SIG, encontra-se bem caracterizada no trabalho dos autores em referência, pelo que aqui apenas se realça a crescente importância dos SIGD, que se assumem, cada vez mais, como o vector determinante no acesso, disponibilização e partilha de informação geográfica.

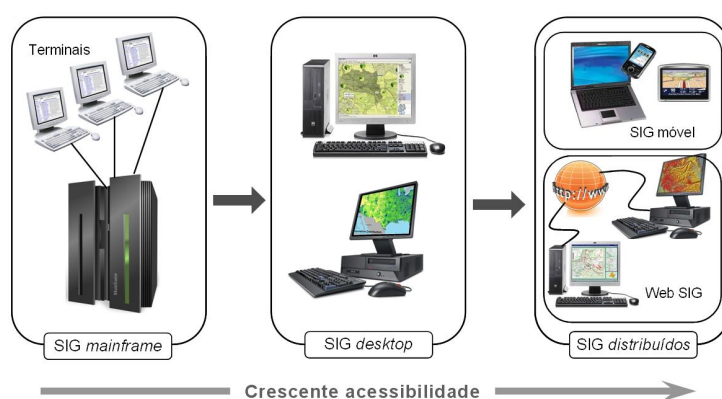


Figura 3 – Etapas de desenvolvimento dos SIG distribuídos (adaptado de Peng e Tsou, 2003).

Considerando que é objectivo do presente sub-capítulo enquadrar a aplicação dos SIG ao planeamento e gestão territorial, importa, agora, apresentar também alguns conceitos

em torno do processo de planeamento. Assim, entende-se por planeamento territorial o conjunto de procedimentos realizados pelos agentes públicos ou privados para estabelecer as políticas que devem ser seguidas pela população e pelos agentes económicos no que respeita ao uso dos recursos naturais, à protecção do ambiente e à optimização da localização das diversas actividades. O planeamento territorial visa estabelecer os usos mais adequados para as diversas parcelas do território.

Em termos genéricos, podem considerar-se duas fases no processo de planeamento territorial (Sendra e García, 2000). Na primeira fase, são estabelecidos os objectivos territoriais a alcançar, como, por exemplo, a área de cada tipo de ocupação, a extensão da rede viária a construir ou os equipamentos a promover. Na segunda, procura-se otimizar a organização territorial e a localização espacial das ocupações a promover. Estas duas fases estão mutuamente articuladas, pelo que as funcionalidades dos SIG são úteis ao longo de todo o processo de planeamento.

Tradicionalmente, a maior contribuição dos SIG para o planeamento tem sido na área do processamento de análises, facilitando a recolha, tratamento e análise de grandes volumes de informação geográfica. A adopção generalizada das funcionalidades dos SIG leva a que, actualmente, seja praticamente impensável desenvolver qualquer tipo de plano sem recorrer aos SIG (Drummond e French, 2008).

Na área do planeamento e gestão territorial, os SIG tornaram-se uma ferramenta para análise geográfica de utilização generalizada. A razão principal para isso está na multiplicidade de actividades para as quais podem ser úteis, que Sendra e García (2000) classificam em dois grandes grupos:

Gestão e descrição do território, relativa à questão “onde estão as coisas?”; como exemplo refiram-se os levantamentos e caracterização da rede viária, o controlo da informação cadastral ou a gestão urbana municipal.

Ordenamento e planeamento do território, referente à questão “onde devem estar as coisas?”; neste caso, trata-se de processos como o planeamento regional e urbano, o ordenamento do território e planeamento ambiental, os planos de acessibilidade e transportes, entre muitas outras aplicações.

De acordo com Sendra e García (2000), os SIG podem desempenhar diferentes funções ao longo das várias fases que compõem o processo de planeamento. Uma consulta do trabalho desenvolvido pelos autores permite evidenciar a importância dos SIG nas seis fases consideradas, e que aqui se apresentam, sumariamente, como:

- Identificação do problema, que antecede o planeamento propriamente dito;
- Especificação dos objectivos, fundamental no planeamento territorial;
- Geração de alternativas, baseada na combinação dos diferentes dados disponíveis



sobre o problema em análise e no uso de técnicas e modelos que permitam gerar diferentes soluções;

- Avaliação das alternativas mais ajustadas, face aos objectivos definidos;
- Organização do plano, com base nas alternativas seleccionadas;
- Monitorização da aplicação do plano, que estabelece os procedimentos para a avaliação e controlo entre o planeado e o que efectivamente é implementado.

De referir que, no que respeita ao PROT Alentejo, é sobretudo nesta última fase que o recurso ao SIG pode ganhar maior relevância e esse é, de resto, o objectivo fundamental que se pretende alcançar com o SIGESPROTA.

Verifica-se, portanto, que a utilidade e as vantagens dos SIG justificam o seu crescente uso em diversas etapas do processo de planeamento. Porém, algumas insuficiências dos SIG actuais como auxiliares no complexo processo de planeamento justificam a sua aplicação em articulação com outras metodologias de análise e planeamento; é neste contexto que se enquadra o recurso à utilização concertada dos SIG e das Técnicas de Avaliação Multicritério, possibilitando uma melhor avaliação quantitativa das alternativas subjacentes à formulação de planos de ordenamento do território coerentes e funcionais.

Em função do que foi referido, o uso mais frequente dos SIG como instrumentos de apoio ao ordenamento do território prende-se com a selecção dos locais mais adequadas para as diversas actividades humanas, tendo em conta um conjunto de critérios que suportam a tomada de decisão. As capacidades dos SIG nesse processo de selecção são diferenciadas, consoante esteja em causa a localização de instalações pontuais, o traçado de infra-estruturas lineares ou a afectação de usos do solo em parcelas susceptíveis de representação poligonal; em todo o caso, as funcionalidades permitidas pelos SIG assumem grande relevância nos planos de ordenamento urbano e territorial (embora tal seja menos evidente no PROT Alentejo, dado o carácter estratégico e de orientação deste plano).

### **2.2.2. Aplicação dos SIG ao planeamento em Portugal**

No que respeita à evolução no contexto nacional, refira-se que as primeiras utilizações de tecnologias enquadráveis no conceito de SIG em Portugal ocorreram no início da década de 70 do século passado, correspondendo aos sistemas em funcionamento no Gabinete da Área de Sines, no Laboratório Nacional de Engenharia Civil e na Empresa Geral do Fomento. Todavia, é o Atlas do Concelho de Loures, produzido em 1970 que pode ser considerado como o primeiro registo de um SIG em Portugal (Painho e Curvelo, 2007).

Após um processo evolutivo, cuja sistematização pode ser consultada nos trabalhos de Grancho (2006) e Painho e Curvelo (2007), destaca-se a evolução significativa dos SIG

em Portugal registada a partir de 1986, ano em se deu início ao processo de criação do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG); concretizado através do Decreto-Lei nº 53/90, de 13 de Fevereiro, o objectivo do SNIG consistia em dotar o País de uma infra-estrutura de informação geográfica capaz de permitir o fácil acesso, em tempo real, à informação necessária para o planeamento e gestão dos recursos naturais, o ordenamento do território, a protecção do ambiente e a promoção do desenvolvimento do País e das regiões.

Disponibilizado na Internet a partir de 1995, verificou-se, desde então, um progressivo reforço do SNIG como plataforma de acesso e disponibilização de informação geográfica; Julião (2010) apresenta uma boa contextualização e síntese evolutiva do SNIG, sistematizada na Figura 4.

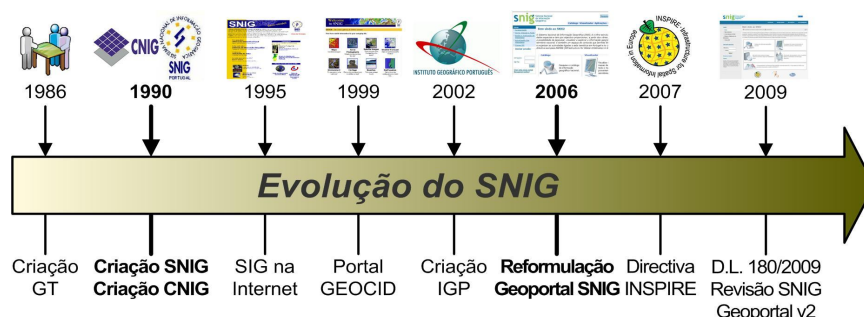


Figura 4 - Evolução histórica do SNIG (adaptado de: Julião, 2010).

Actualmente o SNIG engloba um vasto conjunto de entidades aderentes, designadamente instituições da administração pública (nacional, regional e local), de investigação e ainda de produção/disponibilização de informação geográfica, assumindo-se como "a infra-estrutura nacional de dados espaciais e, através do seu geoportal, permite pesquisar, visualizar e explorar a informação geográfica sobre o território nacional, produzida pelas entidades oficiais e também por privados. É igualmente um espaço de contacto para dinamizar, articular e organizar as actividades ligadas a esta temática em Portugal e no contexto da directiva europeia INSPIRE<sup>6</sup>" (Portal SNIG, 2010).

Instituído pelo mesmo diploma que criou o SNIG, o Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG) surgiu em 1990 como núcleo central e coordenador do SNIG, tendo por missão assegurar a permanente actualização dos dados do Sistema, apoiar a criação dos nós regionais e locais e desenvolver diversas acções de articulação e

<sup>6</sup> A directiva INSPIRE, *Infrastructure for Spatial Information in the European Community* (Directiva n.º 2007/2/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março), foi criada pela Comissão Europeia e entrou em vigor a 15 de Maio de 2007 para promover a disponibilização de informação de natureza espacial. A importância do tema para a presente dissertação justifica a referência apresentada no ponto 4.4.1.

cooperação. De entre os programas e iniciativas promovidas pelo CNIG salienta-se, pela maior relação com o tema do presente estudo, a criação, em 1994, dos programas PROGIP – Programa de Apoio à Gestão Informatizada de Planos Municipais de Ordenamento do Território e PROSIG - Programa de Apoio à Criação de Nós Locais do SNIG, através dos quais se pretendia apoiar a implementação e utilização das tecnologias SIG nas autarquias, tendo vigorado até ao ano 2000. Em 2002, o CNIG foi extinto dando origem (em conjunto com o ex-IPCC) ao actual Instituto Geográfico Português (Painho e Curvelo, 2007).

Foi já anteriormente referida a importância do Projecto BEOT (Bases para um Esquema de Ordenamento do Território) para evidenciar a relevância da informação geográfica para o ordenamento do território; este projecto surgiu no contexto decorrente da entrada em vigor da LBOTU e legislação complementar, particularmente no que se refere à prevista elaboração do PNPT e à maior ênfase dada ao contínuo acompanhamento do estado do ordenamento e desenvolvimento territorial; a sua criação visou, fundamentalmente, a inventariação e estruturação de informação geográfica relativa a diversos domínios sectoriais, tendo em vista a constituição de um sistema de informação geográfica de apoio à definição das “bases para um esquema director de ordenamento do território à escala do continente”.

De entre os objectivos deste projecto, salientam-se a contribuição para a constituição de uma plataforma dinâmica de informação em ordenamento do território, especialmente referenciada, a disponibilizar através da rede do SNIG, bem como a simulação e análise de cenários de evolução e a avaliação de acções concretas no domínio do ordenamento do território.

Dada a relevância do conhecimento actualizado da ocupação do solo para o planeamento e ordenamento territorial, importa salientar dois outros projectos que visam a actualização da informação geográfica relativa àquela área temática. Trata-se de dois projectos promovidos/coordenados pelo IGP, o primeiro concluído e o segundo em curso.

- **CLC2006 - Produção da cartografia de ocupação do solo CORINE Land Cover para 2006**, cujo objectivo é a produção de cartografia de ocupação do solo para o território nacional continental, com base em imagens de satélite do ano 2006.
- **LANDYN – Alterações de uso e ocupação do solo em Portugal Continental: caracterização, forças motrizes e cenários futuros**, que pretende fornecer uma completa e extensa avaliação e análise das alterações do uso e ocupação do solo em Portugal Continental, desde a década de 50 do século passado.

Em síntese, pode considerar-se que a “parceria” com as questões relativas ao ordenamento do território surgiu logo com os primeiros sistemas de informação geográfica, desenvolvidos no sentido de proporcionar uma resposta mais abrangente e

melhor sustentada àquela problemática. De facto, as capacidades do tratamento e análise de um vasto conjunto de informação susceptível de referenciação geográfica com recurso aos meios informáticos desde logo foram associadas às metodologias de planeamento e ordenamento do território.

Embora possa considerar-se que nem sempre o recurso efectivo e bem sucedido aos SIG no processo de elaboração, acompanhamento, disponibilização e gestão dos IGT tem alcançado a desejável expressão, parecem estar reunidas condições para o fortalecimento da articulação entre SIG e IGT; para isso contribuem factores como, entre outros, a maior disponibilização de informação em formato digital (actualizada e acessível a menores custos), equipamentos e software menos onerosos e de utilização mais fácil e intuitiva, recurso à Internet e às tecnologias de comunicação para maior envolvimento no processo de técnicos, decisores e populações. É sobre estas novas funcionalidades na disponibilização e acesso à informação geográfica e às ferramentas que potenciam as suas capacidades que incide o sub-capítulo seguinte.

### **2.2.3. As novas funcionalidades: a importância dos webSIG**

A evolução tecnológica e conceptual recente permite que, actualmente, as funcionalidades dos SIG estejam disponíveis não apenas em computadores com elevado desempenho, mas também em portáteis e em dispositivos móveis como PDA<sup>7</sup>, sistemas de navegação GPS e telemóveis. Isto traduz-se numa significativa expansão dos potenciais utilizadores dos SIG, que é igualmente suportada pela convergência de um conjunto de tecnologias susceptíveis de aumentar e fortalecer as capacidades dos SIG. Como referem Drummond e French (2008), estas tecnologias convergentes incluem a Internet, o GPS, a detecção remota e as comunicações sem fios. Em resultado desta convergência e da correspondente expansão da capacidade de acesso, difusão e partilha da informação, não só as funcionalidades dos SIG se tornam acessíveis a um crescente número de utilizadores, como se ampliam as suas áreas de aplicação (Peng e Yu, 2002).

Constituindo também uma das actuais soluções tecnológicas, o SIG móvel assenta na disponibilização das funcionalidades SIG através de dispositivos móveis e sem fios, como computadores ultra portáteis, PDA e telemóveis, recorrendo às redes de comunicações sem fios. Um SIG móvel permite a quem trabalha directamente no terreno a recolha, armazenamento, actualização, análise e apresentação de informação geográfica.

Face à relevância que os webSIG assumem actualmente no universo da informação geográfica, a qual será aprofundada no Capítulo 4, importa desde já salientar algumas das suas características no contexto das novas funcionalidades.

Como nota de enquadramento, refira-se que, embora por vezes tomados como tal, os

---

<sup>7</sup> Acrónimo em língua inglesa de Assistente Pessoal Digital.

termos Internet e web não são sinónimos. A Internet refere-se à infra-estrutura global formada por redes e equipamentos geograficamente dispersos e interligados através de dispositivos e protocolos de comunicação; a web (simplificação da designação *world wide web*) corresponde à componente aplicacional que suporta o protocolo HTTP (*Hipertext Transfer Protocol*) e corre sobre a Internet. Consequentemente, também as designações SIG na Internet e webSIG não são sinónimas; ambas as aplicações usam o modelo computacional cliente/servidor, mas o SIG na Internet não tem necessariamente como cliente único a web, podendo ser mais abrangente. Todavia, considerando o predomínio do recurso à web para desenvolvimento de aplicações SIG na Internet, no presente trabalho esta tecnologia é referenciada pela designação webSIG.

O webSIG resulta, portanto, da combinação de duas poderosas tecnologias: os SIG, que permitem analisar e integrar a informação e a Internet, que assegura a conectividade a um nível global. Assim, são designadas como webSIG as aplicações que permitem a disponibilização de dados espaciais com o simples recurso a um *browser* de Internet; de acordo com as funcionalidades disponibilizadas e a capacidade do software, os utilizadores podem visualizar, inquirir e analisar dados geográficos remotamente. Como salienta Cabral (2007), para que o desenvolvimento de um WebSIG alcance os seus objectivos, importa assegurar o seu funcionamento independentemente das plataformas em que opera; desta forma as suas funcionalidades deverão poder ser solicitadas a partir de qualquer computador ligado à Internet, através de um *browser*.

Por se tratar de uma forma acessível de distribuir informação espacial e considerando que grande parte das funcionalidades básicas disponíveis nos SIG *desktop* estão já disponíveis através da Internet, como evidencia Barriguinha (2008), nos últimos anos tem-se assistido ao incremento desta tecnologia no âmbito de organismos públicos e privados.

Ao permitir a disponibilização e divulgação da informação de forma dinâmica através da Internet, o webSIG constitui um importante instrumento de generalização do acesso às capacidades dos SIG. Numa fase inicial, a disponibilização de mapas na Internet era feita de maneira estática, ou seja, sem capacidade de intervenção do utilizador. Com o webSIG, tornou-se possível gerar informação dinâmica que permite ao utilizador não apenas realizar consultas mais objectivas, mas também efectua-las num contexto de maior interactividade.

Como principal vantagem da utilização da tecnologia webSIG, salienta-se a capacidade de distribuir dados e funcionalidades SIG a um grande conjunto de utilizadores, sem que estes tenham necessidade de instalar qualquer software SIG e sem exigir a sua formação específica. Em termos de limitações, aponta-se o eventual excessivo tempo de resposta das aplicações às solicitações dos utilizadores, o qual depende de diversos factores, como a capacidade da ligação à Internet, a intensidade do tráfego, o volume de dados e a capacidade de processamento relativamente às funcionalidades solicitadas.

As tecnologias webSIG permitem disponibilizar informação no formato vectorial e *raster*, possibilitando a disseminação de larga variedade de tipos de informação, como, por exemplo, dados de caracterização territorial, imagens de satélite, redes de infra-estruturas, levantamentos topográficos e, com particular significado para o presente trabalho, planos de ordenamento territorial. Funcionalidades adicionais podem também ser implementadas através da ligação a outros recursos que permitem a apresentação de foto, vídeo e áudio como caracterização complementar de elementos gráficos dos mapas (Koklaj *et al.*, 2006).

É reconhecido que a informação geográfica (IG) é bastante variável no que respeita à resolução, escalas, épocas e domínios. Outra característica única da IG é a capacidade de operação e sobreposição que potencia o seu processamento e permite a criação de novos níveis de informação. Estas capacidades mostram como o valor da IG pode ser significativamente acrescido se todos os utilizadores dos SIG tiverem acesso a estas funcionalidades. No entanto, até muito recentemente, a maioria dos webSIG centrava-se na disponibilização de informação geográfica, sem proporcionar a capacidade de utilização das ferramentas SIG, em resultado das dificuldades na sua implementação. Esta limitação tem vindo a ser ultrapassada com o recurso à arquitectura de serviços SIG distribuídos pela Internet (SIGD); face às capacidades adicionais que proporcionam (de que são exemplo a diversidade e actualidade da IG, a disponibilização de funções de análise espacial, o dinamismo e capacidade de adequação às necessidades dos utilizadores), os SIGD constituem actualmente uma das áreas de desenvolvimento prioritário no que respeita à disponibilização e acesso à informação geográfica e às funcionalidades SIG (Figura 5).

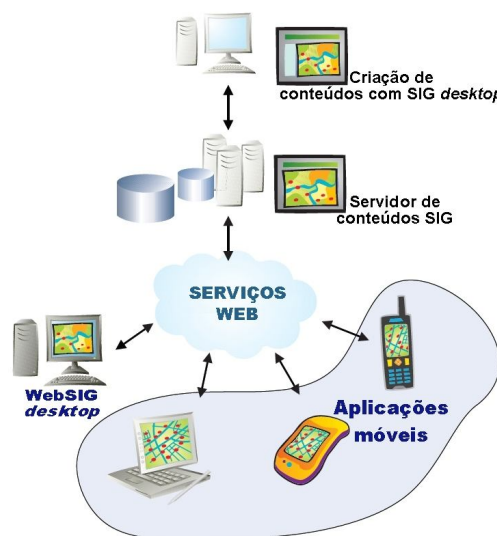


Figura 5 – Estrutura dos SIG distribuídos (adaptado de ESRI, 2010d).

Os SIGD possibilitam aos fornecedores disponibilizar a informação geográfica de uma forma fácil e versátil. Por outro lado, os utilizadores podem procurar na web os dados (e respectivos metadados) e descarregá-los; em certos casos, podem aceder directamente

aos dados e utilizá-los “*on the fly*”, como se estivessem guardados localmente e proceder inclusivamente à conversão dos sistemas de referência, se necessário.

Actualmente os SIGD têm na disseminação da informação geográfica a sua utilização mais expressiva. O recurso aos SIGD torna mais fácil divulgar e aceder a informação de interesse generalizado, como a referente ao ambiente, circulação e transportes e também aos instrumentos de planeamento e gestão territorial. Esta é também uma via para melhorar e incentivar a participação pública neste processo, através dos PPGIS (*Public Participation GIS*). O carácter dinâmico dos SIGD permite também melhorar a circulação e partilha da informação no interior das organizações e nas suas parcerias. Por outro lado, a interface amigável do *browser* facilita o uso das capacidades de análise dos SIG, pelo que os SIGD favorecem a acessibilidade a esta tecnologia.

Constituem também importantes áreas de aplicação dos SIGD os trabalhos de campo e os serviços baseados na localização actual do utilizador (LBS – *Location Based Services*). No primeiro caso, a possibilidade de, na realização de trabalhos de campo, se manter uma permanente ligação com a base de dados geográficos no servidor assegura a utilização e a manutenção da informação sempre actualizada. Também relativamente aos LBS, o acesso em tempo real à informação, proporcionado pelo forte desenvolvimento das telecomunicações, reforça as potencialidades do recurso à tecnologia dos SIGD.

A evolução registada tem-se traduzido na disponibilização de funcionalidades webSIG progressivamente mais poderosas e ajustadas às necessidades e aspirações dos utilizadores, desde os simples visualizadores de mapas estáticos e previamente preparados, passando pelo acesso e consulta de informação geográfica de forma interactiva e conduzindo aos SIG distribuídos pela Internet, nos quais algumas capacidades de análise e pesquisa espacial estão já disponíveis. É no reforço da capacidade de utilizar, cruzar e personalizar informação geográfica de natureza e proveniência cada vez mais diversificadas que, como salientam Peng e Tsou (2003), as actuais linhas de desenvolvimento dos SIGD (em ambas as vertentes webSIG e SIG móvel) apostam, designadamente através do reforço das capacidades de criação de *mashups*<sup>8</sup>.

Associado às novas funcionalidades dos SIG, o conceito de interoperabilidade assume, no actual contexto dos novos padrões de comunicação e do alcance que a Internet proporciona, particular relevância. Em termos genéricos, a interoperacionalidade pode definir-se como a capacidade de comunicação e partilha eficiente da informação entre diversos sistemas heterogéneos, permitindo partilhar dados ou compatibilizar procedimentos, independentemente da plataforma, arquitectura, linguagem de programação ou sistema operativo (Campos, 2004).

Assim, e de acordo com Goodchild *et al.* (1999), a aplicação dos conceitos de

---

<sup>8</sup> Aplicação web que permite combinar informação de diversas fontes num único mapa integrador.

interoperabilidade no âmbito dos sistemas de informação tem como objectivos:

- Contextualizar a criação de normas e standards para os procedimentos a desenvolver;
- Contribuir para tornar os sistemas menos herméticos e centralizados;
- Possibilitar a conversão e compatibilização de diferentes formatos de dados e informação;
- Permitir o desenvolvimento de aplicações que integrem componentes de software de diversos fabricantes, em função das necessidades e objectivos dos utilizadores;
- Contribuir para o desenvolvimento de interfaces relativamente uniformes, facilitando a sua utilização.

Embora as questões em torno da interoperabilidade nos SIG não sejam recentes, elas assumiram maior relevância ao longo da última década; para isso contribuiu o significativo aumento do volume e variedade da informação geográfica disponível, a grande capacidade de circulação dessa informação e o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações. Um marco determinante nesse processo foi a criação, em 1994, do *OpenGIS Consortium* (OGC), designação alterada em 2004 para *OpenGeospatial Consortium* (OGC), organização que tem por objectivo promover, entre os seus membros, um processo colaborativo que congregue sinergias e assegure a interoperabilidade das tecnologias da informação espacial (*OGC Reference Model*).

Para cumprir os seus objectivos, o OGC tem vindo a desenvolver e implementar um conjunto de standards fundamentais para a operacionalização e compatibilização de serviços e conteúdos espaciais e para o processamento e partilha da informação geográfica. Esta questão será desenvolvida no Capítulo 4.

Viabilizadas pela evolução nas capacidades de interoperabilidade, salienta-se também o desenvolvimento das Infra-estruturas de Dados Espaciais (IDE). Uma IDE é uma plataforma informática que assenta em recursos disponíveis na Internet e destinados a gerir IG; para isso são implementadas condições de interoperabilidade baseadas no cumprimento de normas, especificações e protocolos que permitem aos utilizadores aceder e utilizar a IG disponível nas entidades que integram a IDE, de acordo com as suas necessidades. Através das IDE é mais fácil e eficaz o acesso à IG, maximizando as potencialidades do seu aproveitamento. O SNIG (a nível nacional) e o INSPIRE (a nível europeu) são duas conhecidas IDE a que, progressivamente, um número maior de utilizadores tende a aceder.

Face à articulação que assume relativamente ao tema da presente dissertação, importa igualmente salientar a importância do planeamento interactivo. A aplicação desta metodologia de planeamento é uma tendência actual em muitos países desenvolvidos e tem como objectivo encorajar os cidadãos a participarem no processo de planeamento do seu território. Atendendo às crescentes preocupações com as questões de ambiente



e ordenamento, a implementação do planeamento participativo permite maior envolvimento e colaboração das populações na formulação dos instrumentos de planeamento, contribuindo assim para a sua maior eficácia.

A forma tradicional de participação das populações e das suas organizações no processo de planeamento assenta na realização de reuniões, nas quais os técnicos e responsáveis apresentam e discutem os planos. Actualmente, o recurso à Internet para aumentar a interacção e participação representa uma solução complementar vantajosa (Mikkonen e Alppi, 2003). Com efeito, a participação através da Internet permite a disseminação de informação actualizada, possibilita uma análise mais cuidada dos documentos e amplia o universo dos potenciais envolvidos no processo; as capacidades e funcionalidades dos webSIG têm aqui um papel preponderante.

Para Mikkonen e Alppi (2003), o planeamento regional constitui, devido ao seu carácter mais abstracto e de orientação, um dos níveis de planeamento potencialmente mais beneficiados pela implementação de procedimentos de participação baseados na Internet. Menos concreto e objectivo que o planeamento de grande escala, a apreensão do real alcance e significado do planeamento regional é mais difícil para as pessoas sem formação nessas matérias. Nesse sentido, ao permitir a estruturação da informação por temas (por exemplo, valores ambientais, rede de transportes, património, potencialidades turísticas), um sistema de planeamento participativo baseado na Internet torna mais fácil aos cidadãos a percepção da problemática global da área em estudo. Melhor informados e dispondo de mecanismos apropriados, os cidadãos têm reforçada capacidade de intervenção e de participação no processo de tomada de decisões.

Se o que anteriormente foi dito teve, ao longo do processo de elaboração do PROT Alentejo, uma aplicação limitada, espera-se que as potencialidades da plataforma colaborativa tenham maior aproveitamento como veículo para a recolha dos contributos e reacções das populações e agentes no processo de gestão e monitorização do PROT. Nesse processo, a adopção de procedimentos participativos dinâmicos pode contribuir para o reforço da sensibilização em torno da problemática do ordenamento e ambiente, com benefícios para as populações e para a administração.

Ainda no que respeita às novas tendências na difusão da informação com base nas funcionalidades da web, refira-se a crescente participação dos cidadãos na criação e disponibilização de informação geográfica; frequentemente sem formação específica nestas matérias e participando voluntariamente, o seu envolvimento pode nem sempre conduzir a resultados precisos, mas, considerados globalmente, representam um forte contributo para a generalização e “democratização” dos SIG. Esta tendência é designada por Goodchild (2007) como *informação geográfica de natureza voluntária* (VGI) e tem em programas como o *Google Earth* e *Virtual Earth* duas das mais expressivas plataformas de aplicação.

Apesar do potencial das novas funcionalidades no acesso e disponibilização da IG, algumas reservas podem colocar-se. Sem contestar a importância dos webSIG para o envolvimento das populações e comunidades locais no processo de planeamento e de tomada de decisões, Ellul *et al.* (2008) sublinham a maior exigência das capacidades necessárias para o efectivo aproveitamento das suas potencialidades. Neste caso, a destreza requerida ultrapassa largamente a dos usos básicos da Internet, pois exige ao utilizador capacidade para ler e interpretar informação apresentada sob a forma de mapas e para dela extrair as indicações que cumpram os objectivos do webSIG. Conceitos como temas de informação (e a possibilidade de os mostrar ou ocultar), aproximar, afastar ou mover o mapa, ou clicar no mapa para obter informação adicional, são banais para utilizadores habituais de SIG, mas podem não ser facilmente compreendidos pela população em geral; o mesmo sucede com as ferramentas disponibilizadas para controlo e exploração dos mapas, tanto mais que estas são muito variadas.

### **2.3. Enquadramento e estrutura do PROT Alentejo**

A decisão de proceder à elaboração do Plano Regional de Ordenamento do Alentejo (PROT Alentejo) foi formalizada através da publicação da Resolução do Conselho de Ministros (RCM) nº 28/2006, de 23 de Março. Na mesma ocasião foi também definida a elaboração dos PROT do Norte, do Centro e do Oeste e Vale do Tejo, enquanto para o Algarve havia sido aprovada em 2001 a decisão de proceder à revisão do respectivo PROT.

Esta nova geração de PROT, desenvolvida em cumprimento do estabelecido na Lei nº 48/98, de 11 de Agosto (LBPOTU) e das orientações definidas no PNPOT, permite, finalmente, que todo o território do Continente seja coberto por estes importantes instrumentos de gestão territorial (em 2002 fora aprovada a revisão do PROT da Área Metropolitana de Lisboa) (Figura 6).

Embora o PNPOT só tenha sido aprovado em 2007 (Lei nº 58/2007, de 4 de Setembro), o desenvolvimento do PROT Alentejo integrou as orientações e directrizes nele consideradas, tanto de carácter nacional, como resultantes das especificidades e objectivos para a Região; de facto, nos termos da Lei, “as orientações do PNPOT para o âmbito regional consubstanciam o quadro de referência a considerar na elaboração dos PROT”. Neste contexto, o PROT Alentejo constitui um instrumento fundamental de articulação entre o PNPOT, os diversos instrumentos de política sectorial com expressão territorial e os instrumentos de planeamento municipal, que com ele deverão ser compatibilizados; para além disso, a elaboração do PROT deve igualmente enquadrar, com base nas políticas territoriais de âmbito regional, os programas de acção a promover no âmbito do Quadro de Referência Estratégica Nacional (QREN), de acordo com as opções estratégicas de desenvolvimento da Região para o período 2007-2013.

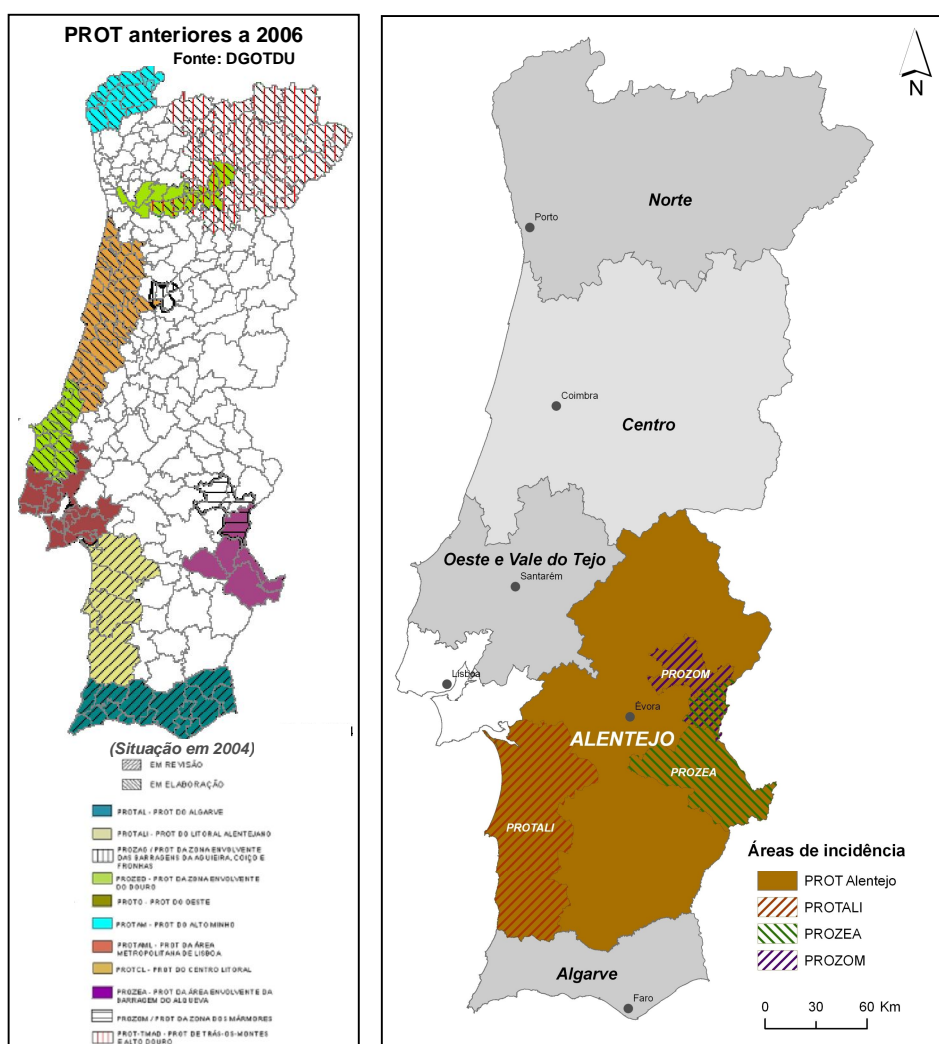


Figura 6 – Cobertura territorial dos novos PROT.

Com a elaboração do PROT Alentejo é definida uma estratégia de planeamento e ordenamento territorial para toda a Região e não apenas para as áreas cuja especificidade levou à elaboração de PROT parcelares; essas áreas e problemáticas específicas são (Figura 6):

- Os concelhos do Litoral Alentejano, marcados pela pressão urbano-turística, levando à elaboração do PROTALI, aprovado em 1993;
- A área envolvente do Empreendimento do Alqueva, potenciador de diversos projectos de investimento e de utilizações que importava ordenar e compatibilizar, o que justificou a elaboração do PROZEA, aprovado em 2002;
- Os concelhos onde as actividades relativas à extracção do mármore geraram problemas de desordenamento territorial, que se pretenderam atenuar com a elaboração do PROZOM, aprovado em 2002.

Nos termos da RCM nº 28/2006, a elaboração do PROT Alentejo, para além dos objectivos definidos no artigo 52º do Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro (repblicado, com as alterações sofridas, no Decreto-Lei nº 46/2009, de 20 de Fevereiro), visa:

- a) Definir as opções estratégicas de base territorial para o desenvolvimento da Região do Alentejo e o modelo de organização do território regional;
- b) Identificar os espaços sub-regionais relevantes para a operacionalização do PROT;
- c) Definir orientações e propor medidas para o uso, ocupação e transformação do solo;
- d) Definir orientações e propor medidas para um adequado ordenamento agrícola e rural do território e para a protecção e valorização do património arquitectónico e arqueológico;
- e) Identificar e hierarquizar os projectos estruturantes do modelo territorial proposto;
- f) Contribuir para a formulação da política nacional e regional de ordenamento do território;
- g) Definir mecanismos de monitorização e avaliação da execução das disposições do PROT Alentejo.

Como é compreensível, para os objectivos da presente dissertação, importa atender, sobretudo, ao conteúdo da alínea g).

Cumprindo o definido no artigo 54º do Decreto-Lei acima referido, o conteúdo documental do PROT Alentejo pode ser sistematizado na seguinte estrutura, de acordo com o ponto I. 3 do Relatório Fundamental:

- **Relatório Fundamental**, que apresenta e desenvolve:
  - O Quadro Estratégico de Referência;
  - As Opções Estratégicas de Base Territorial;
  - O Modelo Territorial e os sistema de organização territorial, que o suportam:
    - O Sistema Ambiental;
    - O Sistema da Base Económica;
    - O Sistema Urbano e de Suporte da Coesão Territorial;
    - O Sistema de Acessibilidades e de Conectividade Internacional;
  - As Normas Orientadoras, que compreendem as normas de natureza geral e as normas específicas, de natureza operacional;
  - O Sistema de Gestão e Monitorização, que define os procedimentos para um eficaz processo de gestão e monitorização do plano.
- **Relatório Complementar**, constituído pelo Diagnóstico Prospectivo Regional e pelo Programa de Execução e Sistema de Indicadores.
- **Relatório Ambiental**, no qual se identificam, descrevem e avaliam os eventuais efeitos significativos no ambiente, resultantes da aplicação do plano.

Tendo em vista uma identificação preliminar da estrutura do PROT sobre a qual incide o desenvolvimento do presente trabalho, em particular no que respeita aos procedimentos previstos no Capítulo 3, considera-se oportuno apresentar uma primeira sistematização

dessa estrutura. Atendendo à particular incidência do trabalho sobre, por um lado, o **Modelo Territorial** e os **sistemas de organização territorial** e, por outro, o **Sistema de Gestão e Monitorização**, são salientados os aspectos mais significativos da estrutura dessas duas componentes.

Assim, o **modelo territorial** assume-se como o esquema global de ordenamento e constitui a referência espacial para a concretização dos objectivos estratégicos de base territorial. Encontra-se sustentado em suporte cartográfico através de uma carta de síntese (Modelo Territorial do PROT Alentejo), a qual evidencia os elementos marcantes da estrutura e organização do território: corredores funcionais, rede e estrutura urbana, infra-estruturas, pólos de desenvolvimento turístico, estrutura regional de protecção e valorização ambiental (ERPVA) e sistemas territoriais estruturantes.

No que respeita aos **sistemas territoriais**, o PROT Alentejo considera a estrutura apresentada na Tabela 1:

| Sistemas   | Sub-sistemas                                 | Incidência   |
|--|--|--|
| Ambiental  | Ambiental                                    | Recursos hídricos<br>Litoral<br>Unidades de paisagem<br>ERPVA  |
|  | Riscos naturais e tecnológicos               | Riscos de incêndio<br>Riscos de desertificação<br>Riscos de cheia/inundação<br>Riscos associados às infra-estruturas   |
| Base económica regional                          | Componentes da base económica regional       | Rede de centros económicos regionais<br>Rede regional de ciência e tecnologia<br>Sistema regional de logística empresarial<br>Rede de aproveitamentos hidroagrícolas<br>Eixos e redes de especialização industrial |
|  | Actividades agro-florestais                  | Sistemas agrícolas de regadio<br>Outros sistemas agrícolas<br>Sistemas agro-silvo-pastoris<br>Sistemas florestais  |
|  | Desenvolvimento turístico                    | Actividade turística<br>Recursos turísticos<br>Zonas de promoção turística   |
| Urbano e de suporte à coesão territorial         | Corredores e polaridades regionais           | Corredores nacionais<br>Corredores regionais<br>Ligações extra-regionais   |
|  | Tipologia de centros urbanos                 | Centros urbanos regionais<br>Centros urbanos estruturantes<br>Centros urbanos complementares   |
|  | Sub-sistemas de suporte à coesão territorial | Redes inter-urbanas  |
| Acessibilidades e de conectividade internacional | Redes rodoviária e ferroviária               | Principais corredores e eixos de acessibilidade terrestre  |
|  | Infra-estruturas portuárias                  | Infra-estruturas portuárias de recreio e de pesca  |
|  | Infra-estruturas aeroportuárias              | Subsistema aeroportuário<br>Rede de aeródromos e de heliportos   |

Tabela 1 – Sistemas e sub-sistemas territoriais definidos no PROT Alentejo (fonte: Relatório Fundamental do PROT – Versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros, Janeiro 2010).

Para os diversos sistemas territoriais ou para alguns dos sub-sistemas, foi elaborada cartografia de suporte, de carácter predominantemente indicativo, compatível com a natureza e objectivos do PROT; esta cartografia constitui uma das componentes básicas da elaboração do SIGESPROTA.

Em termos de estrutura do PROT, é no **Sistema de Gestão e Monitorização (SGM)** que se enquadra o SIGESPROTA, entendido como o instrumento relativo à componente Sistema de Informação do PROT, prevista para aquele SGM e que se articula tanto com outras componentes deste, como com instrumentos complementares de gestão e acompanhamento do processo de planeamento e gestão territorial, como são os Sistemas Locais de Monitorização e o Portal OT/U<sup>9</sup> /SNIT, da DGOTDU (Figura 7).

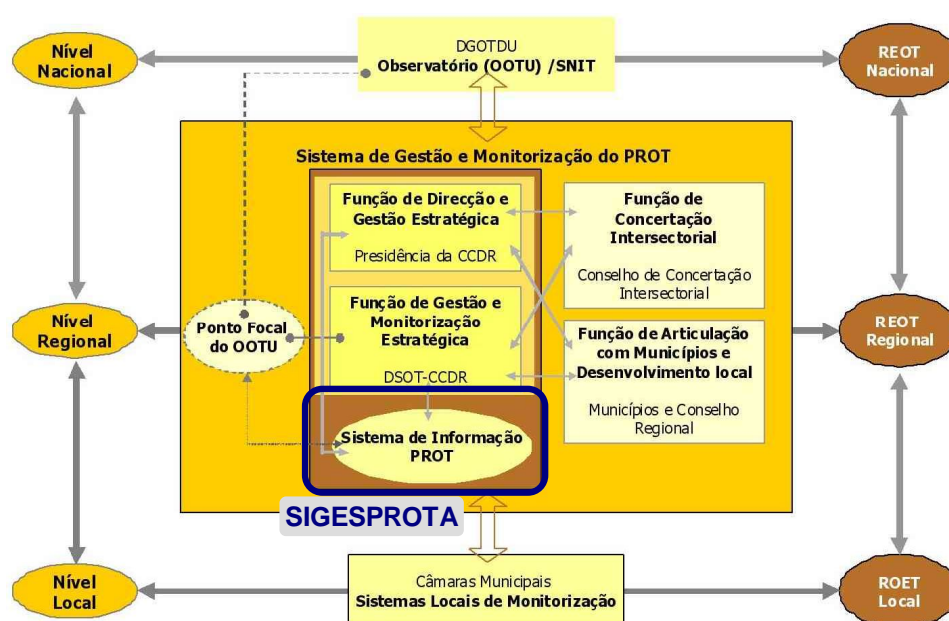


Figura 7 - Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo (fonte: Relatório Fundamental do PROT – Versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros, Janeiro 2010).

O SGM do PROT Alentejo destina-se a contribuir para a melhoria dos procedimentos de decisão com repercussão no ordenamento do território regional; deve permitir igualmente um melhor conhecimento do grau e natureza das dinâmicas territoriais, induzidas ou não pelo plano. Este sistema prevê os instrumentos operacionais necessários à adequada monitorização e avaliação do processo de implementação do PROT e da sua indispensável articulação com outros instrumentos de gestão territorial com incidência na Região. Prevê igualmente os mecanismos de articulação institucional, fundamentais para assegurar a correcta e eficaz gestão e monitorização do plano; nesse sentido, saliente-se que o SGM deve permitir sistematizar informação sobre as dinâmicas de organização e transformação do território, através de um adequado sistema de informação estatística e

<sup>9</sup> Portal do Ordenamento do Território e do Urbanismo.

geográfica de âmbito regional, no qual o SIGESPROTA se insere.

É através do SGM que se procura garantir uma das funcionalidades mais relevantes solicitadas aos PROT: desempenhar eficazmente o seu papel de charneira no processo de planeamento, tanto numa perspectiva vertical, compatibilizando os diversos níveis de intervenção (nacional, regional e local), como numa lógica transversal, assegurando a coerência dos vários âmbitos territoriais sobre os quais assenta todo o sistema nacional de gestão territorial.

Na Figura 7 apresenta-se a constituição e articulação do SGM, cujas componentes devem assegurar as seguintes funções, de acordo com o Relatório Fundamental do PROT – Versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros, Janeiro 2010.

1. Função de Direcção e Gestão Estratégica - compreende o desenvolvimento de acções de direcção e de coordenação política do processo de gestão do PROT, da compatibilização recíproca com as políticas de ordenamento do território e do urbanismo, aos vários níveis de intervenção territorial;
2. Função de Gestão Técnica e Monitorização Estratégica - compreende o desenvolvimento das acções regulares de gestão técnica e monitorização do PROT, da sua compatibilização recíproca com os instrumentos de gestão territorial de âmbito nacional e da sua eficaz assunção como quadro de referência na elaboração dos PMOT;
3. Função de Concertação Intersectorial - compreende a implementação de um processo de concertação e coordenação dos projectos, programas e políticas sectoriais com impacte territorial com a política de ordenamento do território de âmbito regional;
4. Função de Articulação com as Políticas Municipais e de Desenvolvimento Local – compreende as acções regulares com vista à afirmação do PROT como quadro de referência para a elaboração dos PMOT.

Para a presente dissertação tem particular relevância um quinto elemento constitutivo do SGM: o Sistema de Informação de Apoio à Gestão e Monitorização do PROT. De facto, o processo de gestão e monitorização do PROT tem como suporte instrumental um Sistema de Informação assente em duas componentes:

- Componente de indicadores de gestão e de monitorização, relativos aos domínios da monitorização estratégica e da monitorização do Programa de Execução;
- Componente de informação geográfica, traduzida na constituição de um SIG de apoio à gestão e monitorização do PROT: o SIGESPROTA. É o desenvolvimento deste instrumento de gestão e a maximização das suas potencialidades que constitui o núcleo fulcral da presente dissertação, a desenvolver nos capítulos seguintes. De referir que o SIGESPROTA deve ainda contribuir para a articulação do PROT Alentejo no contexto do SNIT e dos observatórios do ordenamento territorial.

## 2.4. Conclusões do capítulo

Pode considerar-se que a “parceria” com as questões relativas ao ordenamento do território surgiu logo com os primeiros sistemas de informação geográfica, desenvolvidos no sentido de proporcionar uma resposta mais abrangente e melhor sustentada àquela problemática. De facto, as capacidades do tratamento e análise de um vasto conjunto de informação susceptível de referência geográfica com recurso aos meios informáticos desde logo foram associadas às metodologias de planeamento e ordenamento do território.

Actualmente, estão reunidas condições para o fortalecimento da articulação entre SIG e IGT, suscitado por factores como, entre outros, a maior disponibilização de informação em formato digital, actualizada e acessível a menores custos, equipamentos e software menos onerosos e de utilização mais fácil e intuitiva e o recurso à Internet e às tecnologias de comunicação para maior envolvimento no processo de técnicos, decisores e populações.

De facto, com a evolução das novas tecnologias de informação e comunicação e, em particular, a generalização da Internet e da *world wide web* (www) e a melhoria das suas capacidades, também na área dos SIG surgiram novas evoluções, com destaque para a possibilidade de ruptura das barreiras espaciais e temporais. As capacidades dos webSIG possibilitam o recurso a funcionalidades SIG em qualquer local com acesso à Internet e sem a necessidade de recorrer a software específico, mas apenas ao *browser*.

Também no que respeita ao planeamento e gestão territorial, a integração das capacidades dos SIG e da Internet permite alargar o conjunto de interessados nesta matéria, (envolvendo técnicos, responsáveis políticos, comunidades locais e cidadãos em geral) e proporcionar-lhes os dados e instrumentos para alcançar os seus objectivos. Compreende-se, por isso, o crescente número de aplicações de webSIG nesta área temática.

Por outro lado, em Portugal estão reunidas condições que possibilitam a implementação coerente de toda a estrutura de suporte ao ordenamento e gestão territorial; essa estrutura prevê o recurso às novas funcionalidades associadas ao acesso à informação geográfica e territorial e ao conteúdo dos instrumentos de planeamento e algumas infra-estruturas têm sido desenvolvidas nesse sentido: o SNIG reforçou as suas funcionalidades e a DGOTDU promoveu o SNIT.

Estas novas funcionalidades não tiveram, ao longo do processo de elaboração do PROT Alentejo, o desejável nível de aplicação. Espera-se que estas limitações possam ser atenuadas no contexto do respectivo Sistema de Gestão e Monitorização e é nesta perspectiva que se enquadra o desenvolvimento do SIGESPROTA.



### **3. ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DO PROT ALENTEJO: ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE DADOS**

#### **3.1. Introdução**

Constitui o objectivo determinante do presente capítulo proceder à identificação e estruturação da informação geográfica fundamental para a formulação do Modelo de Dados de suporte ao SIGESPROTA, bem como dos procedimentos a que essa informação teve de ser sujeita por forma a conferir-lhe a capacidade para a sua incorporação no sistema.

Para o efeito, de entre o vasto e diversificado volume de informação recolhida no âmbito do processo de elaboração do PROT, foi considerada como fundamental a informação geográfica de suporte directo ao Modelo e Sistemas Territoriais e a informação geográfica objecto de incidência das Normas Orientadoras, nos termos consagrados no “Relatório Fundamental do PROT Alentejo – versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros”, de Janeiro de 2010.

Como elemento orientador do processo de tratamento e estruturação da informação geográfica considerada no SIGESPROTA, o presente capítulo explicita, também, a definição do respectivo Modelo de Dados, que sistematiza a composição e organização dessa informação, em função dos objectivos pretendidos.

#### **3.2. Identificação e estruturação da informação fundamental para o Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo**

Como foi anteriormente referido, ao longo do processo de elaboração do PROT, as dinâmicas suscitadas pelo envolvimento de um vasto conjunto de entidades e os prazos determinados para a realização das diversas fases não permitiram a consolidação de um instrumento que verdadeiramente possa considerar-se um SIG de apoio a esse processo; consequentemente, também o vasto e diversificado volume de informação geográfica recolhida no processo, marcado pelo envolvimento de grande número de instituições da Administração Pública e de outros agentes com intervenção no território, apresentava-se, no final, relativamente desestruturado.

De facto, nem mesmo a informação geográfica que já se encontrava disponível na CCDR Alentejo e que respeita, principalmente, à informação de base e de enquadramento territorial ou a sectores específicos, como o uso actual do solo e a Reserva Ecológica Nacional (REN), reunia todas as condições para integração directa no SIGESPROTA, pois apesar da uniformidade do formato, evidenciava algumas lacunas, designadamente ao nível dos sistemas de coordenadas e dos metadados.

Com o desenvolvimento dos trabalhos, à informação existente foi sendo sucessivamente

adicionada outra informação, disponibilizada pelas diversas entidades envolvidas no processo de elaboração do PROT, resultante dos contributos da respectiva Equipa Técnica ou decorrente do processo de acompanhamento do plano; todavia, não tendo sido definida e implementada uma adequada metodologia que assegurasse o cumprimento de um conjunto de critérios a observar, é compreensível que o resultado final se traduzisse num significativo volume de informação geográfica que, embora sistematizado segundo os cinco grandes domínios temáticos previamente definidos, se encontrava longe de cumprir as condições exigíveis para a sua integração no SIGESPROTA.

Independentemente de se reconhecer que a informação geográfica disponibilizada no âmbito do processo de elaboração do PROT com interesse para a CCDR Alentejo não se restringe à directamente incorporada no SIGESPROTA (já que abrange igualmente informação complementar não directamente reflectida nos documentos finais e ainda outra informação recolhida e tratada, mas apenas sumariamente considerada no desenvolvimento dos trabalhos), o contexto da presente dissertação é o da formulação do sistema referido, assumindo, consequentemente, carácter prioritário a identificação e estruturação da informação geográfica que o sustenta.

### **3.2.1. Identificação da informação geográfica do SIGESPROTA**

Perante o vasto e diversificado volume de informação geográfica que o processo de elaboração do PROT gerou, um primeiro passo na estruturação do SIGESPROTA enquanto componente com expressão territorial do Sistema de Gestão e de Monitorização do PROT, definido no próprio plano, consistiu na identificação dos temas de informação geográfica a incorporar no sistema, por forma a garantir o cumprimento dos seus objectivos.

Foi já referido que essa informação corresponde à que assegura o suporte directo ao Modelo e Sistemas Territoriais e que é objecto de incidência das Normas Orientadoras, nos termos consagrados no “Relatório Fundamental do PROT Alentejo – versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros”, de Janeiro de 2010. O Relatório Fundamental, uma das três componentes do conteúdo documental do PROT Alentejo (as outras duas são o Relatório Complementar e o Relatório Ambiental), constitui um dos pilares estruturantes deste instrumento de gestão territorial, nos termos definidos nos Artigos 53º e 54º do Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro (republicado, com as alterações sofridas, no Decreto-Lei nº 46/2009, de 20 de Fevereiro).

Embora os traços essenciais da estrutura desse documento tenham já sido abordados no ponto 2.3, considera-se oportuno apresentar uma sistematização dessa estrutura que, ao evidenciar as componentes que têm associada a produção de documentos cartográficos, permite uma melhor sustentação da definição da informação geográfica a

integrar no SIGESPROTA. Assim, a Figura 8 representa esquematicamente a estrutura do Relatório Fundamental do PROT Alentejo.

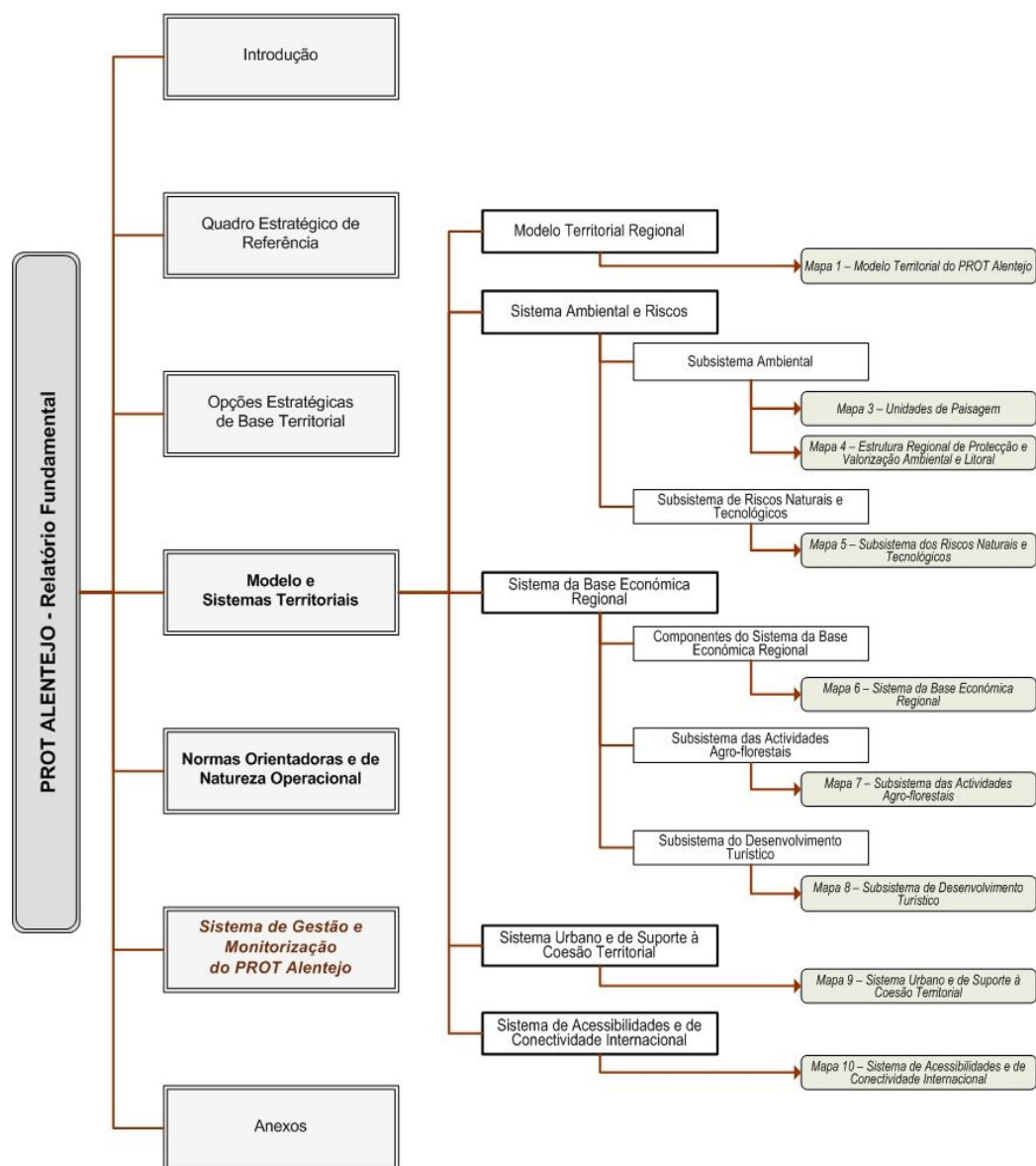


Figura 8 – Estrutura do Relatório Fundamental do PROT Alentejo, evidenciando os documentos cartográficos nele incorporados.

Em face desta estrutura, a identificação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA, assenta, fundamentalmente, na selecção dos ficheiros utilizados na criação dos nove<sup>10</sup> mapas relativos ao Modelo Territorial e aos sistemas de organização territorial que o suportam. Se esta tarefa não parece colocar, à partida, grandes

<sup>10</sup> Não foi considerado o Mapa 2 por incidir sobre o enquadramento do Alentejo na Península Ibérica e não ser relevante para o SIGESPROTA.

dificuldades, ela revelou-se mais complexa e morosa que o pressuposto, para o que contribuíram factores como:

- A insuficiente sistematização da informação de acordo com a progressiva evolução das versões;
- A adopção de designações nem sempre objectiva e, por vezes, inconsistente; esta limitação é agravada pelo facto de as designações consagradas nos mapas, naturalmente mais cuidadas, se poderem afastar do nome do ficheiro informático de suporte (por exemplo, as “Redes inter-urbanas” foram definidas pelo ficheiro em formato *shapefile* “fluxos\_casatrab.shp”);
- A ausência de metadados que permitissem uma identificação mais expedita da informação pretendida e dos procedimentos eventualmente aplicados;
- O facto de alguma informação apresentar nos mapas um nível de desagregação inferior ao originalmente constante do respectivo ficheiro de suporte (por exemplo, as “Áreas susceptíveis à desertificação” correspondem a um agrupamento de classes do ficheiro em formato *shapefile* “iqclsl\_alentejo.shp”, que sintetiza a susceptibilidade à desertificação);

Note-se que a referência, na presente dissertação, às dificuldades encontradas num procedimento aparentemente simples, tem o intuito de contribuir pedagogicamente para que, em processos semelhantes ao da elaboração do PROT, alguns erros possam ser evitados, evidenciando as vantagens de que se reveste uma cuidada estruturação da informação gerada ao longo de todo o processo.

Assim, a identificação da informação geográfica a estruturar para integração no SIGESPROTA implicou a selecção, de entre um conjunto de ficheiros, em formato *shapefile*, cujo número inicial rondaria os 340, dos cerca de 80 ficheiros sobre os quais incidiu a estruturação apresentada no ponto seguinte (estes números têm, naturalmente, um carácter indicativo).

### **3.2.2. Estruturação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA**

Efectuada a selecção da informação geográfica, iniciou-se um conjunto de procedimentos no sentido de assegurar a sua efectiva preparação para integração no SIGESPROTA. Também neste caso, alguns desses procedimentos não estavam, à partida, previstos (ou, estando-o, revelaram-se bem mais complexos e morosos) já que se admitia um nível qualitativo da informação superior ao efectivamente encontrado; a já referida não aplicação de um verdadeiro SIG como instrumento de apoio ao longo do processo de desenvolvimento do PROT justifica, em grande medida, esta situação.

Procurando seguir uma não excessivamente rigorosa sequência cronológica, os procedimentos efectuados compreenderam:

- A sistematização consolidada das designações e a organização da informação segundo as componentes do Modelo e Sistemas Territoriais (Figura 8):

Procedeu-se à renomeação dos ficheiros informáticos segundo designações concordantes com as utilizadas nos documentos que traduzem graficamente o Modelo Territorial e os sistemas e subsistemas de organização territorial, já que um dos objectivos pretendidos com o SIGESPROTA consiste em garantir a efectiva disponibilização desses documentos e o acesso à informação geográfica neles incorporada segundo as potencialidades proporcionadas pelas actuais tecnologias SIG; esse princípio determinou igualmente toda a estruturação e sistematização da informação.

Os ficheiros renomeados foram organizados numa estrutura de directorias directamente associadas ao modelo e sistemas de organização territorial (nove directorias); considerando que estes partilham um conjunto de informação de base, referente ao enquadramento territorial e administrativo, foi também criada a correspondente directoria.

- O ajustamento aos limites administrativos da Região do Alentejo:

Não previsto inicialmente, este procedimento tornou-se necessário ao verificar-se que a informação geográfica, com diversificadas proveniências, considerava diferentes limites da Região do Alentejo e, consequentemente, da sua incidência territorial.

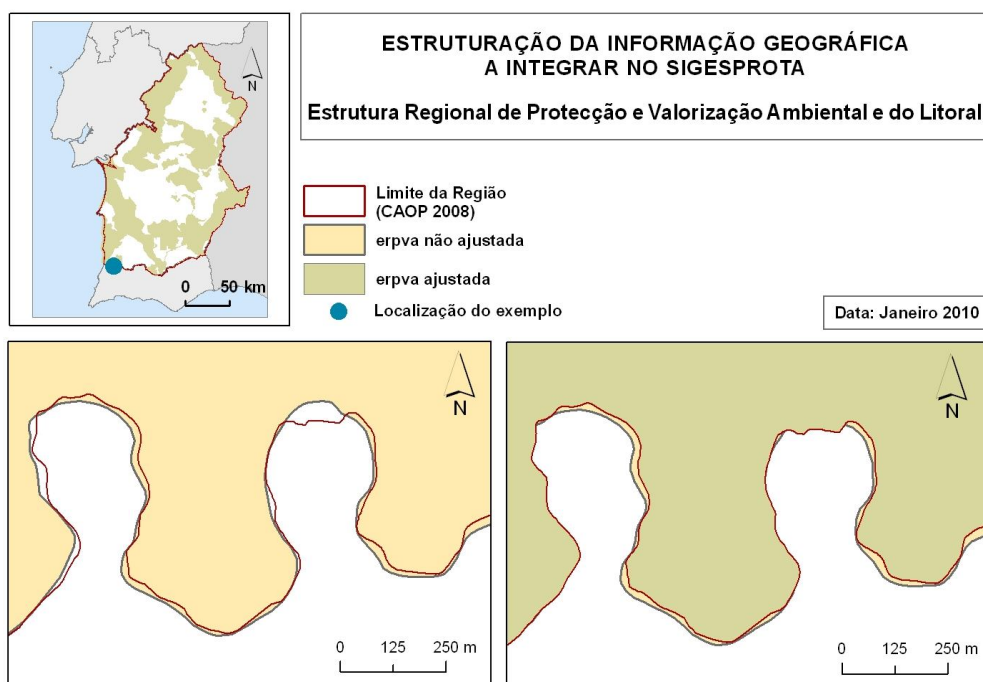


Figura 9 – Ajustamento aos limites da Região do Alentejo: exemplo para a Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental (ERPVA).

Foi, por isso, necessário uniformizar essa incidência, procedendo, para o efeito, ao ajustamento ao limite da Região considerado na Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP), versão 2008.1 (Figura 9).

- A correcção de erros de topologia:

O processamento da informação geográfica revelou também a necessidade de efectuar a correcção de erros topológicos entretanto evidenciados (Figura 10), e que ocorrem quando regras e restrições topológicas não são respeitadas. Para contextualizar esta questão, refira-se que o conceito de topologia se prende com as relações espaciais entre entidades geográficas, designadamente de adjacência, conectividade e contenção (Nyerges, T. e Jankowski, P., 2010), as quais estruturam a forma como os pontos, linhas e polígonos que representam essas entidades se relacionam entre si; como salienta Longley *et al* (2005), as relações topológicas correspondem a propriedades qualitativas das entidades geográficas que permanecem constantes, mesmo que o espaço geográfico (ou a sua representação) sofra distorções, ao contrário de propriedades “métricas”, como a distância ou os ângulos.

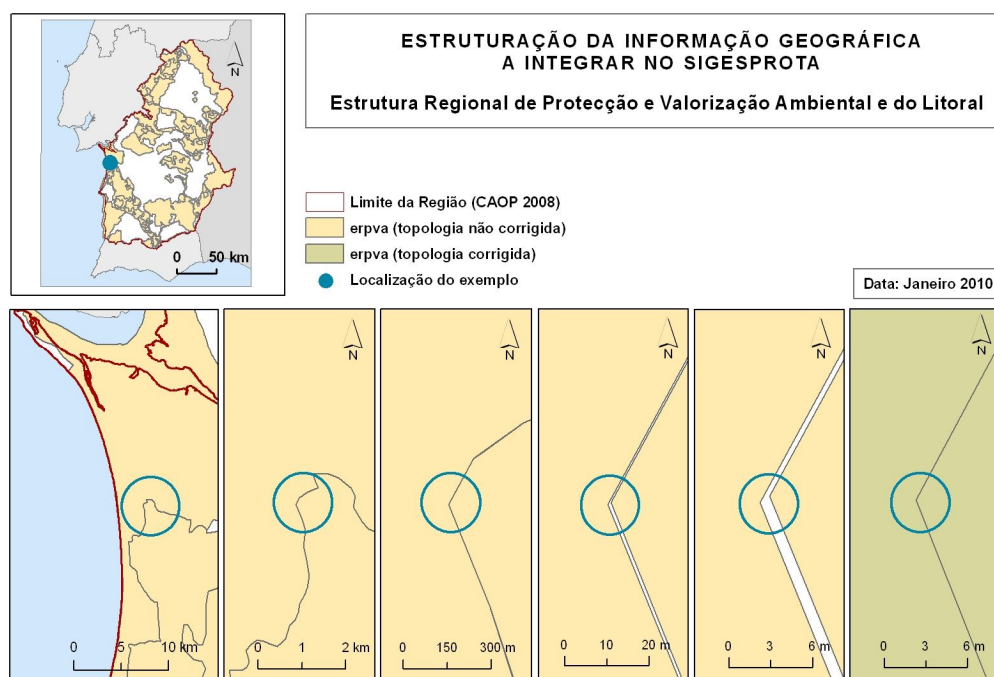


Figura 10 – Detecção e correcção de erros topológicos: exemplo para a Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental (ERPVA).

Nos SIG, o recurso à topologia e às regras que implementa é importante para assegurar a qualidade dos dados nas relações espaciais, através da gestão de geometrias partilhadas e da definição e imposição de regras de integridade dos dados (ESRI, 2004).

A existência de erros topológicos na informação geográfica a integrar no SIGESPROTA é

exemplificada pelo incumprimento das regras da não sobreposição (*must not overlap*) e da não existência de “vazios” (*must not have gaps*); decorrendo dessas regras, qualquer ponto do território da Região do Alentejo tem, por exemplo, que integrar um e só um dos sistemas definidos no Subsistema das Actividades Agro-florestais.

No presente estudo, as dificuldades na detecção e na correcção destes erros decorrem do facto de, aquando do referido processamento, apenas se dispor de uma licença de ArcGIS ArcView, o que não permitia a criação de topologia nem a aplicação de ferramentas para detecção e correcção de erros topológicos (*Error Inspector – Disabled in ArcView*). Nestas circunstâncias, a correcção topológica foi efectuada manualmente com recurso às ferramentas de edição e geoprocessamento, obrigando a um cuidado acrescido no sentido de assegurar o rigor das operações.

Com a disponibilização, a partir de Janeiro de 2010, de uma licença de ArcGIS ArcEditor, procedeu-se à criação de topologia para alguns temas da informação geográfica, o que permitiu complementar, então, a correcção topológica efectuada.

- A generalização cartográfica:

Como breve nota de enquadramento, refira-se que a generalização cartográfica pode ser entendida como um processo de ajustamento da geometria e do conteúdo dos dados geográficos, para melhorar o nível de percepção visual e as suas relações (Lopes, 2005) e facilitar a sua gestão e exploração para fins analíticos. Nesse sentido, como salienta Caetano *et al.* (2001), a generalização de um conjunto de dados geográficos requer a adopção de procedimentos de simplificação dos respectivos atributos e geometria. Com efeito, a generalização aplica-se quer a dados em formato *raster*, quer em formato vectorial, e neste caso, como sucede com a informação a integrar no SIGESPROTA, pode considerar-se a generalização conceptual ou temática e a generalização gráfica ou geométrica (Caetano *et al.*, 2001); de acordo com factores como a natureza e escala da informação e os objectivos pretendidos, podem ser aplicados diversos procedimentos como, por exemplo, a simplificação, a suavização, a selecção e simbolização, o realce e a agregação da informação geográfica<sup>11</sup>.

A diversidade temática da informação geográfica considerada para a elaboração do PROT Alentejo conduziu a grande heterogeneidade no respectivo detalhe cartográfico; de acordo com a escala da informação de base e o processo de produção dos documentos cartográficos, estes apresentam características que podem variar entre a cartografia esquemática dos grandes eixos e corredores estruturantes do território e o rigor, excessivo para uma abordagem efectuada à

---

<sup>11</sup> A referência aqui apresentada corresponde, como se disse, a uma breve nota de enquadramento; todavia, a importância da generalização cartográfica e dos conceitos e procedimentos que lhe estão associados justificam o desenvolvimento de trabalhos de fundo, de que o realizado por Lopes (2005) é apenas um exemplo.

escala regional, da cartografia das áreas de regadio definidas no âmbito do EFMA e integradas na cartografia referente ao subsistema das actividades agro-florestais.

Para o PROT Alentejo, foi estabelecida a escala 1/250 000 como referência para o tratamento cartográfico da informação geográfica, mas na prática, ao longo do processo de elaboração, não foi assegurada a observância desse referencial na análise, tratamento e cartografia dessa informação; consequentemente, tornou-se necessário proceder, nesta fase, a um processo de generalização cartográfica capaz de tornar essa informação geográfica mais compatível com a sua integração no contexto de um instrumento de gestão territorial de incidência regional.

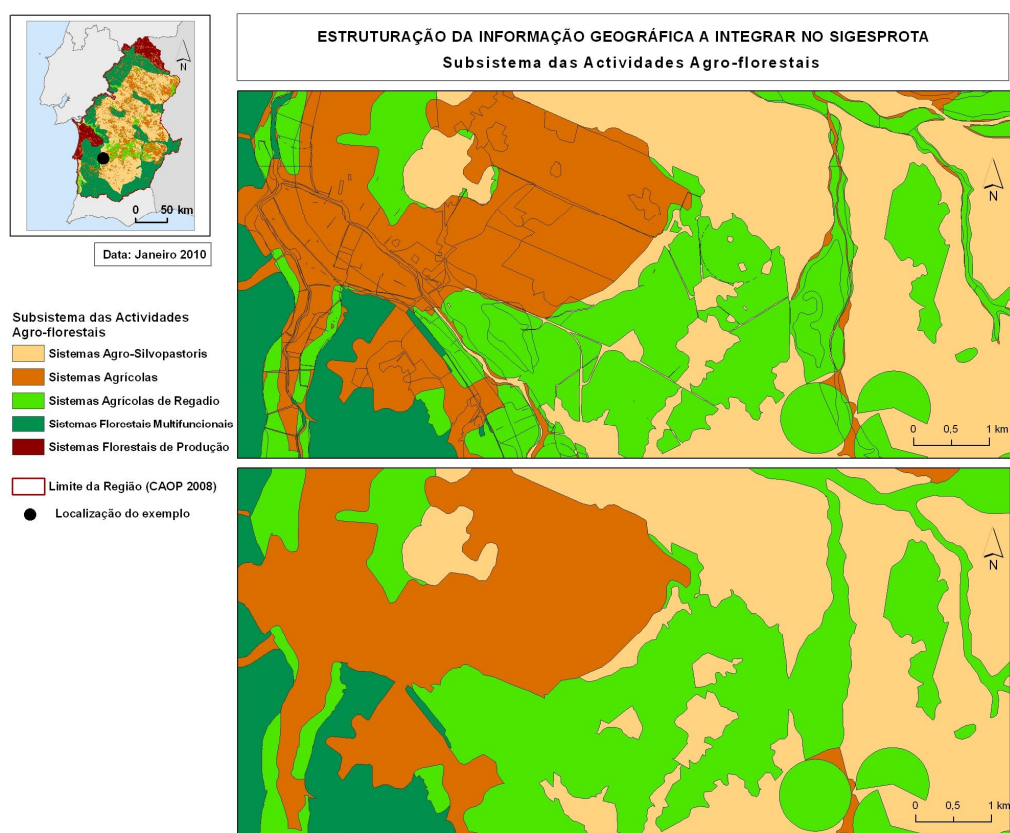


Figura 11 – Processo de generalização cartográfica: exemplo para o Subsistema das Actividades Agro-florestais.

Foi principalmente a informação integrada no subsistema das actividades agro-florestais que implicou um processo de simplificação e tratamento mais exaustivo, reflexo da natureza da informação de base que incorpora (classes de ocupação do solo definidas no Projecto CLC 2000, perímetros de rega oficiais, por exemplo). De facto, o ficheiro inicial sobre o qual incidiu o processamento para inclusão no SIGESPROTA apresentava mais de 36 000 polígonos, dos quais cerca de 10 000 com área inferior a 2 ha.

Na Figura 11 apresenta-se um excerto da cartografia do Subsistema das Actividades



Agro-florestais antes e após a aplicação do processamento para generalização cartográfica, implicando, designadamente, a unificação dos polígonos adjacentes pertencentes ao mesmo sistema, a eliminação dos polígonos com área inferior a 2 ha (integrando-os nos polígonos adjacentes) e a simplificação dos limites dos polígonos, eliminando pormenores não compatíveis com a escala regional do plano.

- A identificação das albufeiras como classe de uso do solo:

As albufeiras constituem um dos elementos geográficos que integra a informação de base, comum a todos os documentos cartográficos do Relatório Fundamental do PROT. Apesar de ser compatível a sua ocorrência em sobreposição com a generalidade da informação geográfica considerada no PROT, o mesmo não acontece quando se trata do registo de classes de uso ou ocupação do solo; assim, no contexto da estruturação do SIGESPROTA, foi necessário cruzar a ocorrência das albufeiras com os sistemas agro-florestais (subsistema das actividades agro-florestais) e com as classes consideradas na tipologia das áreas de produção agro-industrial (subsistema da base económica regional), de forma a que as áreas de sobreposição sejam, efectivamente, identificadas como albufeiras.

- A agregação de informação geográfica afim:

Em consequência de factores como a diferença de proveniência, de escala, de data ou, simplesmente, por facilidade de representação cartográfica, alguma informação geográfica com afinidade temática encontra-se registada em diferentes ficheiros informáticos. Considerando que a sua agregação pode facilitar a inserção no SIGESPROTA, não apenas na vertente da produção e análise dos documentos cartográficos, mas também na articulação com o disposto no Modelo e Sistemas Territoriais e nas Normas Orientadoras, optou-se por agregar informação com afinidade (e, naturalmente, com idêntica geometria) num ficheiro único; nestas circunstâncias, os elementos diferenciadores da informação agregada passam a constituir atributos da informação resultante.

Um dos exemplos mais expressivos deste procedimento (até por se repercutir em diversos documentos cartográficos) diz respeito aos “corredores nacionais” e “corredores regionais”, agregados nos “corredores de acessibilidade e conectividade”, cujo atributo “âmbito” reflecte a diferenciação territorial.

Directamente relacionado com a diversidade da informação, o processo de agregação teve maior expressão nos subsistemas dos riscos e do desenvolvimento turístico.

- A criação de metadados:

Foi já referido que a ausência de metadados para a maior parte da informação geográfica considerada na elaboração do PROT constitui uma lacuna que se fez

sentir ao longo do desenvolvimento do plano e que importa suprir no contexto da formulação do SIGESPROTA.

De facto, logo na fase de tratamento da informação geográfica de suporte à elaboração do PROT, teria sido importante dispor dos respectivos metadados, entendidos, como elementos de caracterização e descrição normalizada dessa informação, tanto mais que ela incorporava o contributo de diversas entidades e que, como refere Silva (2009), uma correcta estruturação dos metadados é determinante para a identificação e avaliação técnica dos conjuntos de dados geográficos.

Por outro lado, a importância dos metadados é reforçada com o progressivo desenvolvimento das Infra-estruturas de Dados Espaciais, através das quais o acesso e a circulação da informação geográfica, generalizando a sua disponibilização, exigem maior cuidado nos respectivos elementos identificativos. Considera-se, por isso, que no âmbito do SIGESPROTA e da sua articulação com o SNIT, a criação de metadados assume grande relevância, admitindo que, como salienta Rocha (2005), a informação geográfica é um recurso demasiado caro para que não se procure maximizar o seu aproveitamento.

Através de uma correcta estruturação de metadados, o acesso à informação geográfica pode ser potenciado, viabilizando a realização de pesquisas, a avaliação da qualidade e utilidade dessa informação e a partilha e divulgação num contexto que ultrapassa o universo restrito dos técnicos e especialistas e se estende às comunidades e cidadãos. O reconhecimento da importância dos metadados para o acesso e partilha da informação geográfica assume particular relevância no Decreto-Lei n.º 180/2009, de 7 de Agosto; este diploma legal procede à revisão do SNIG e transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva INSPIRE, cujo objectivo é “estabelecer uma infra-estrutura de informação geográfica na União Europeia, para efeitos das políticas ambientais comunitárias e das políticas ou actividades susceptíveis de ter impacto ambiental” (Directiva 2007/2/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março de 2007) e tem na adequada estruturação e normalização dos metadados um vector relevante, como evidencia o facto de lhe ser dedicado o Capítulo II.

Neste contexto, considerou-se adequada a criação dos metadados referentes à informação geográfica integrada no SIGESPROTA através da ferramenta MIG Editor, desenvolvida e disponibilizada pelo IGP, no âmbito do SNIG, para a produção de metadados de informação geográfica segundo as normas aplicáveis (nomeadamente as normas ISO 19115, 19119, 19139) e os requisitos definidos na Directiva INSPIRE e no Perfil Nacional de Metadados (Perfil MIG). Com efeito, através do desenvolvimento do MIG Editor pretende-se harmonizar a produção de metadados a nível nacional e contribuir para a interoperabilidade entre os vários repositórios de metadados, nacionais e internacionais.

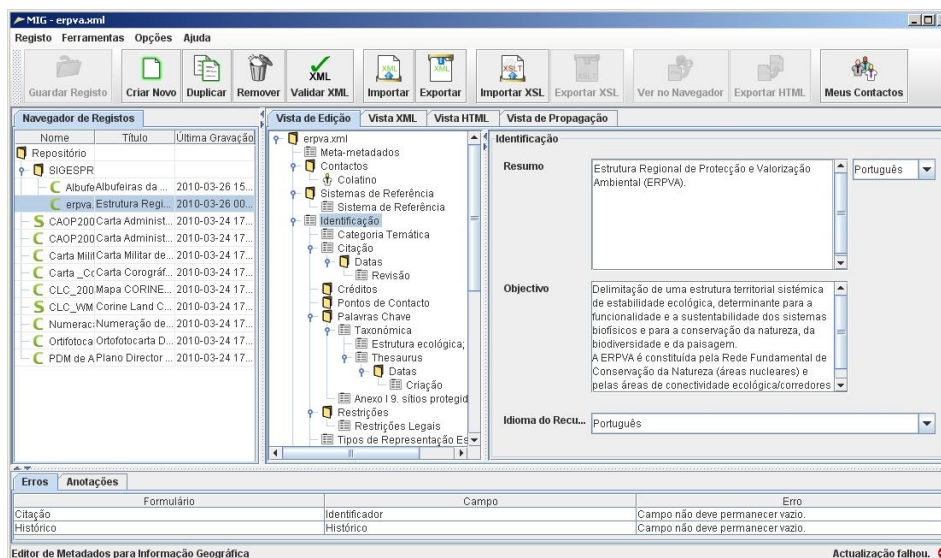


Figura 12 – Criação de metadados com MIG Editor – vista de edição: exemplo para a ERPVA.

A Figura 12 apresenta a interface do MIG Editor (versão 3.0.0, que a partir de Março de 2010 substituiu a versão 2.2, inicialmente utilizada). No sítio oficial do SNIG (<http://snig.igeo.pt>) pode ser encontrada informação sobre a ferramenta e o contexto da sua utilização na produção de metadados, bem como a ligação para a descarregar. Após a criação de metadados para toda a informação geográfica, procedeu-se à exportação dos registos para formato HTML, tendo em vista a integração no SIGESPROTA (Figura 13).

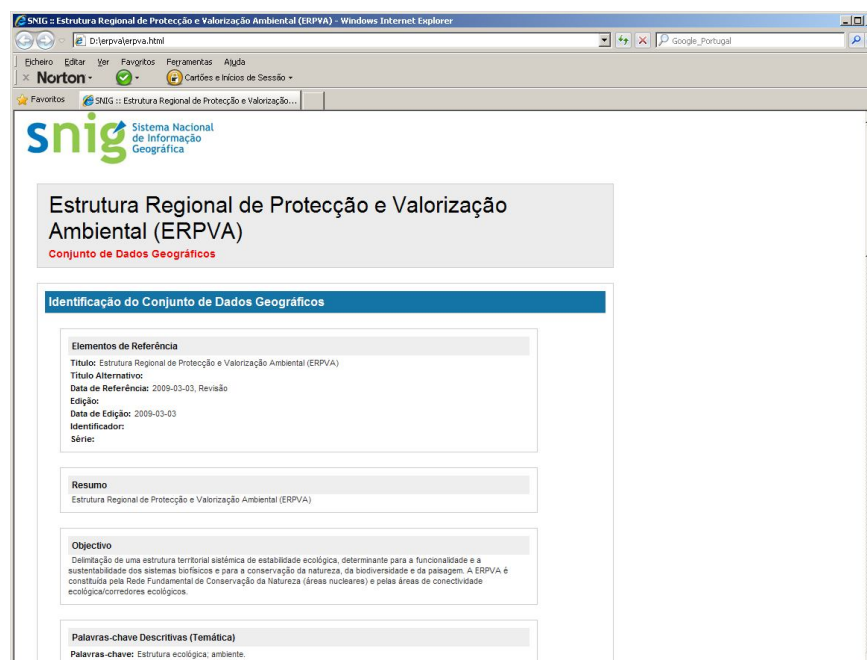


Figura 13 – Ficheiro HTML criado com MIG Editor: exemplo para a ERPVA.

- A uniformização e transformação do sistema de coordenadas:

Também ao nível dos sistemas de coordenadas, o processamento da informação geográfica tratada ou produzida no âmbito do processo de elaboração do PROT satisfaz as necessidades imediatas, mas revelou-se insuficiente na preparação do SIGESPROTA. Envolvendo o contributo de várias entidades, é compreensível a diversidade dos sistemas de referência espacial da informação recebida; todavia nem sempre foi assegurada a conversão para o sistema de coordenadas assumido para a elaboração do PROT, correspondente ao da informação de base constante do SIG da CCDR Alentejo, no caso o sistema de coordenadas militares (Hayford-Gauss, Datum Lisboa), a que corresponde o código EPSG<sup>12</sup>:20790.

Assim, numa primeira fase, procedeu-se à uniformização para o referido sistema de coordenadas de toda a informação tratada na preparação do SIGESPROTA, visando também a imediata inserção no SIG da CCDR Alentejo.

Numa fase seguinte, foi efectuada a transformação para o sistema ETRS89 / PT-TM06 (European Terrestrial Reference System 1989), a que corresponde o código EPSG:3763, por ser o sistema global de referência recomendado pela *European Reference Frame* (EUREF) e, que, consequentemente, o IGP tem vindo a promover como novo sistema oficial para Portugal Continental, designadamente através da disponibilização de aplicações informáticas que permitem efectuar a transformação de informação geográfica dos sistemas Hayford-Gauss Datum 73 e Hayford-Gauss Datum Lisboa para o novo sistema de referência.

Como vantagens na adopção deste novo sistema de referência são salientadas a compatibilidade com os sistemas de posicionamento por satélite e a maior facilidade na disponibilização e interoperabilidade da informação geográfica no espaço europeu, o que se articula com iniciativas como o INSPIRE e outros projectos de natureza geoespacial europeus; também a prevista articulação do SIGESPROTA com o SNIT, justifica a adopção do sistema ETRS89 / PT-TM06.

Uma vez que toda a informação a transformar se encontrava em formato *shapefile*, a transformação de coordenadas foi efectuada através da aplicação “mudar\_sistema\_shp” (versão de Abril de 2009), disponibilizada pelo IGP e que, de acordo com os indicadores apresentados por Vasconcelos (2009), permite obter resultados globais aceitáveis para todo o território nacional, sobretudo considerando a escala de elaboração do PROT (Tabela 2).

---

<sup>12</sup> EPSG é uma codificação definida pelo *European Petroleum Survey Group* que associa um identificador numérico a cada sistema de coordenadas cartográficas, aceite e aplicada no contexto do OGC.

#### Transformação Hayford-Gauss Datum Lisboa → ETRS89-PT-TM06

| Resíduos (m)          | Molodensky | Bürsa-Wolf | Polinómios 2º grau | Grelhas |
|-----------------------|------------|------------|--------------------|---------|
| Máximo                | 5,611      | 5,109      | 4,199              | 0,779   |
| Média                 | 2,160      | 1,868      | 0,994              | 0,162   |
| Mínimo                | 0,107      | 0,114      | 0,067              | 0,007   |
| Erro médio quadrático | 2,331      | 2,049      | 1,166              | 0,200   |

#### Transformação Hayford-Gauss Datum 73 → ETRS89-PT-TM06

| Resíduos (m)          | Molodensky | Bürsa-Wolf | Polinómios 2º grau | Grelhas |
|-----------------------|------------|------------|--------------------|---------|
| Máximo                | 2,382      | 1,380      | 0,609              | 0,394   |
| Média                 | 0,882      | 0,478      | 0,122              | 0,057   |
| Mínimo                | 0,007      | 0,019      | 0,003              | 0,001   |
| Erro médio quadrático | 1,014      | 0,524      | 0,143              | 0,080   |

Tabela 2 – Registo dos resultados obtidos pelo IGP nas transformações para ETRS89 (fonte: Vasconcelos, 2009).

Por outro lado, os dados da tabela anterior evidenciam maior rigor na transformação a partir do sistema Hayford-Gauss Datum 73, justificando, por isso, uma conversão intermédia para este sistema da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA.

Para finalizar o processo de transformação, esta informação foi submetida à aplicação “mudar\_sistema\_shp” (cuja interface se apresenta na Figura 14); a conversão da informação vectorial faz-se por aplicação da transformação individualmente a cada um dos vértices dos elementos gráficos, podendo o processo revelar-se moroso, tanto mais que (nesta versão) só prevê a transformação individual de cada ficheiro.



Figura 14 – Interface da aplicação “mudar\_sistema\_shp”, utilizada na transformação para o sistema de referência ETRS89-PT-TM06.

### 3.2.3. Criação do *File Geodatabase* “PROT\_Alentejo.gdb”

Para concluir a estruturação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA e dando sequência aos procedimentos anteriores, procedeu-se à criação do *File Geodatabase* “PROT\_Alentejo.gdb”.

A opção pela *geodatabase* como modelo de organização da informação geográfica, nos termos definidos em ESRI<sup>13</sup> (2010a), resulta da versatilidade que as suas funcionalidades proporcionam, baseadas numa estrutura de dados optimizada para o armazenamento e o processamento da informação. De facto, a designação *geodatabase* aplica-se ao modelo de dados que pretende complementar as capacidades e funcionalidades dos sistemas de bases de dados relacionais existentes com o suporte para dados geográficos (Faria, 2006). Para além de potenciar estas vantagens, o recurso à *geodatabase* permite armazenar toda a informação geográfica numa localização central, hierarquicamente estruturada segundo regras e critérios que visam facilitar o acesso e a gestão da informação.

Um conceito chave no contexto da *geodatabase* é o de *dataset* (conjunto de classes de entidades), pois ele está subjacente ao processo de organização e acesso à informação; são considerados três tipos primários de *dataset* (ESRI, 2010a): *feature classes* (conjunto de entidades geográficas que partilham as mesmas propriedades), *raster datasets* e *tables*. Tanto estes tipos de *datasets*, como outros elementos da *geodatabase* são armazenados em tabelas, sendo a componente espacial das *datasets* geográficas representada por elementos (*features*) em formato vectorial ou *raster*.

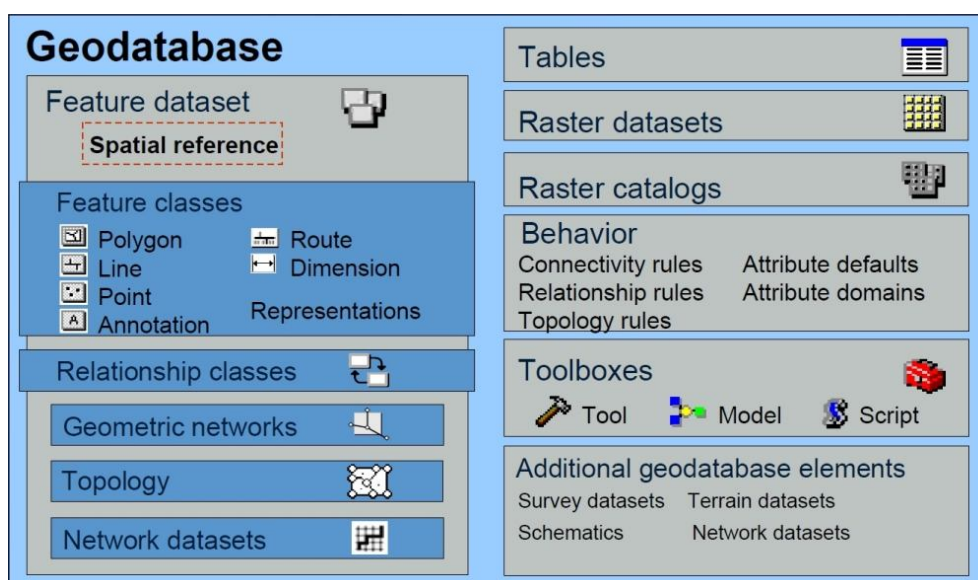


Figura 15 – Componentes de uma *geodatabase*, segundo o modelo da ESRI (fonte: Apsey, 2008).

<sup>13</sup> Environmental Systems Research Institute, Inc.

A Figura 15 sistematiza as componentes de uma *geodatabase* (nem sempre presentes na totalidade); a diversidade e as funcionalidades dessas componentes evidenciam as potencialidades de que o recurso a esta forma de estruturar o SIG se pode revestir para melhorar o seu desempenho.

De entre as potencialidades mais relevantes que o recurso à *geodatabase* como elemento estruturante do SIG permite, salientam-se:

- A organização hierárquica e centralizada de um vasto e diversificado conjunto de dados espaciais, facilitando a gestão dessa informação;
- A utilização de formas mais rigorosas de introdução e edição da informação, através da aplicação de sofisticadas regras de validação, vínculos e relações que restringem a ocorrência de erros;
- O recurso a modelos avançados de análise de relações geoespaciais, exemplificados pela definição de regras topológicas ou pela análise de redes;
- A manutenção da integridade dos dados espaciais e da consistência e rigor da base de dados;
- A introdução de “comportamento” (*behavior*) que favorece uma mais rigorosa e frutuosa exploração da *geodatabase*;
- A possibilidade de aplicar um processo escalonado de desenvolvimento e dimensionamento da *geodatabase*, ajustando-o às capacidades e necessidades;
- A capacidade de integração entre dados espaciais incorporados na *geodatabase* e outras bases de dados.

Numa divisão formal, as *geodatabases* podem classificar-se como *multi-user* ou *single-user* (ou *personal*), consoante permitam capacidades de edição por diversos ou por um único utilizador; com a disponibilização pela ESRI do formato *file geodatabase*, a partir de 2007, aquela divisão ficou um pouco menos marcada, já que o novo formato, embora mantenha a vertente *single-user* preponderante, permite mais do que um editor em simultâneo, desde que em diferentes *datasets*; por esta razão e pelas funcionalidades e desempenho acrescidos, o *file geodatabase* pode adequar-se como gestor de informação geográfica não apenas em projectos desenvolvidos por um único utilizador, mas também em projectos que envolvam um pequeno grupo de utilizadores.

Como solução da ESRI relativamente recente em matéria de bases de dados espaciais, o *file geodatabase* apresenta um conjunto de funcionalidades que favorecem a sua adopção no contexto do SIGESPROTA, entre as quais se salientam:

- A implementação de uma eficiente estrutura dos dados, visando otimizar o desempenho e a versatilidade; o sistema da organização da informação num *file*

*geodatabase*, baseado em princípios relacionais, possibilita um funcional modelo de dados de suporte à estruturação e gestão da informação em tabelas, enquanto o facto de requerer menor capacidade para armazenamento da informação permite manter um bom desempenho, mesmo quando incorpora um vasto e diversificado volume de informação geográfica;

- A inexistência, contrariamente à *personal geodatabase*, de limite para a dimensão da informação armazenada num *file geodatabase*, embora tabelas individuais e *feature classes* tenham como limite um terabyte;
- A melhoria dos procedimentos de edição, baseados num modelo semelhante ao usado pelo formato *shapefile*, o qual permite que diferentes *feature datasets* ou tabelas e *features* “isoladas” (não inseridas em *datasets*) possam ser editadas por diferentes editores em simultâneo, já que o bloqueio para edição (*lock*) incide sobre a *feature dataset* e não sobre toda a base de dados, enquanto a visualização de todas as *features* continua a ser possível;
- A configuração personalizável da estruturação da informação, já que é possível a aplicação opcional de senhas de configuração que optimizem a forma como a informação pode ser armazenada e/ou acedida, melhorando a segurança, a eficiência e o desempenho;
- A possibilidade de criar e de actualizar índices espaciais (*spatial indexes*) mais eficientes no processo de localização dos elementos geográficos da base de dados, agilizando a disponibilização, edição e análise dos dados;
- O recurso ao processo de compressão dos dados em formato vectorial do *file geodatabase*, como forma de reduzir as exigências de espaço em disco, sem comprometer o desempenho.

Tendo em consideração o contexto anterior, procedeu-se à criação do *file geodatabase* PROT\_Alentejo.gdb, como estrutura nuclear da componente geográfica do SIGESPROTA. Nessa estrutura foram consideradas dez *feature datasets*, correspondentes às nove componentes do Modelo e Sistemas Territoriais (Modelo Territorial Regional e sistemas/subsistemas de organização territorial - ver Figura 8) e, ainda, à informação de base e enquadramento. Para cada *feature dataset* foram criadas as correspondentes *feature classes*, por importação dos ficheiros *shapefile* respectivos.

Para tirar partido da robustez e versatilidade proporcionadas pela modelação em ambiente SIG, na criação do *file geodatabase* PROT\_Alentejo.gdb e na importação das *feature classes*, recorreu-se à ferramenta *Model Builder*, uma aplicação incluída no software ArcGIS que permite, numa interface gráfica, criar, editar e gerir modelos de



geoprocessamento. Na Figura 16 apresenta-se a estrutura global do modelo (em cima) e um pormenor identificativo do processamento efectuado.

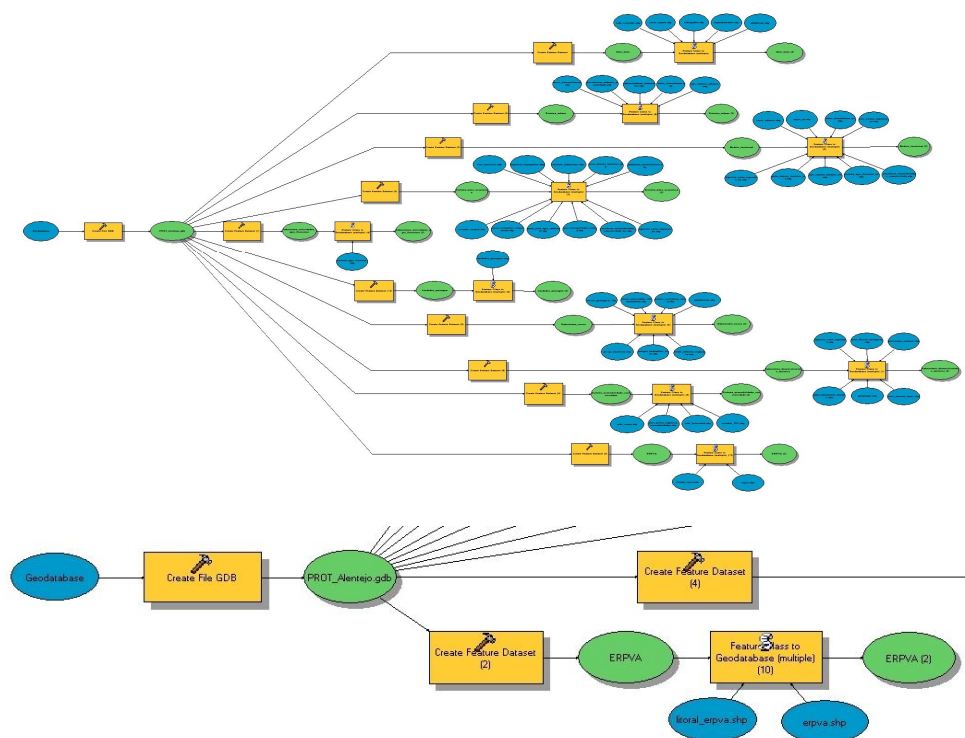


Figura 16 – *Model Builder* utilizado na criação do *file geodatabase* PROT\_Alentejo.gdb.

Na Figura 17 sistematiza-se o fluxo dos procedimentos que foi necessário levar a cabo sobre a informação decorrente do processo de realização do PROT Alentejo, no sentido de seleccionar e conferir as condições necessárias para incorporação no SIGESPROTA.

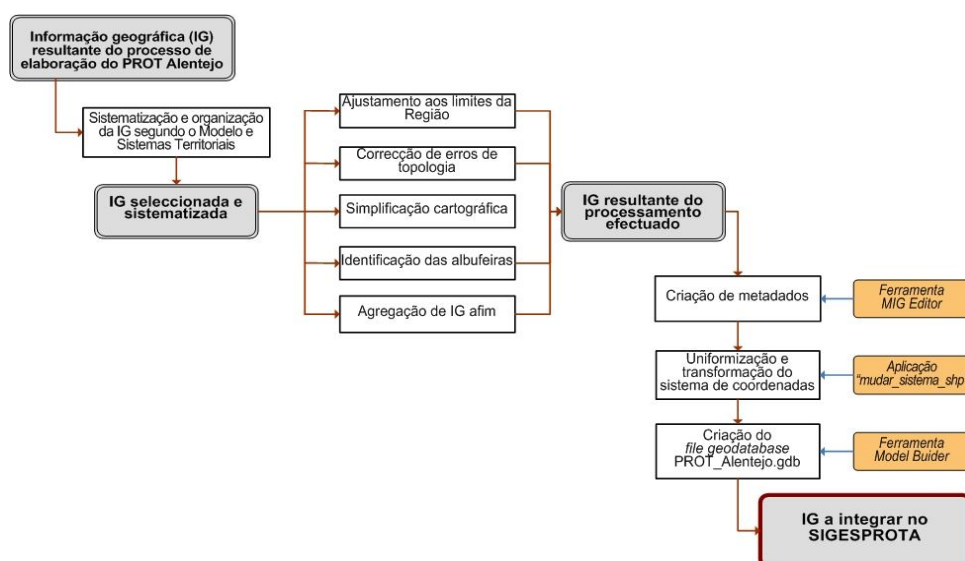


Figura 17 – Fluxo dos procedimentos aplicados para identificação e estruturação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA.

### 3.3. Definição do Modelo de Dados

O modelo de organização da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA baseia-se na sistematização das componentes dessa informação em função da estrutura e conteúdo dos nove mapas relativos ao Modelo Territorial e aos sistemas de organização territorial que o suportam, os quais integram o Relatório Fundamental do PROT Alentejo e são identificados na Figura 8.

Por outro lado, em termos de estrutura de dados, foi já justificada a opção pelo formato *file geodatabase* e pela consequente criação das nove *feature datasets* correspondentes a cada um dos mapas referidos, a que acresce uma décima *feature dataset*, relativa à informação de base e enquadramento.

Neste contexto, a definição do modelo de dados adoptado para implementar o SIGESPROTA assenta na sistematização, caracterização e articulação entre as componentes da informação geográfica consideradas e na correspondente tradução dos relacionamentos que essa articulação implica, em resultado da partilha de *feature classes* entre diferentes *feature datasets* (não englobando, evidentemente, no conceito de partilha, a utilização da informação de base e enquadramento).

A tradução gráfica do modelo de dados é apresentada na Figura 18, salientando-se, como elementos auxiliares da sua interpretação, os seguintes aspectos:

- Para cada *feature dataset* são identificadas e caracterizadas as *feature classes* que a integram, ou seja, que entram na constituição do documento cartográfico correspondente. Tratando-se de uma *feature class* exclusiva, não existe qualquer fluxo de articulação funcional; tratando-se de uma *feature class* partilhada, é identificada a articulação existente, ou seja, a *feature class* “é disponibilizada para” ou “provem de” outra *feature dataset*, adoptando-se, neste caso, a tonalidade mais clara na representação gráfica.
- As situações de partilha, que ocorrem quando uma *feature class* integra duas ou mais *feature datasets*, podem configurar uma das três situações seguintes:
  - A *feature class* é partilhada integralmente e sem ajustamentos por duas ou mais *feature datasets* (por exemplo, os corredores de acessibilidade e conectividade, definidos para o Modelo Territorial, são integralmente replicados no Sistema da Base Económica);
  - A *feature class* é partilhada integralmente, mas com ajustamentos no nível da desagregação (por exemplo, para o Modelo Territorial são agregadas duas das classes consideradas na ERPVA);

- Apenas algumas componentes da *feature class* são partilhadas (por exemplo, é variável o número de infra-estruturas de transportes/logística partilhadas entre as diversas *feature datasets*).
- O carácter estruturante do Modelo Territorial no contexto do PROT é evidenciado pelo facto de todas as *feature classes* que integram a respectiva *feature dataset* serem partilhadas, traduzindo o seu papel de síntese dos contributos dos diversos sistemas territoriais e de definição de eixos e vectores da organização territorial.
- Inversamente, a especificidade do subsistema das unidades de paisagem reflecte-se na inexistência de articulações com qualquer dos restantes sistemas.

Para além de enquadrar a organização e articulação dos dados geográficos, o modelo de dados implementado constituiu igualmente uma referência para a preparação e sistematização, a partir do Relatório Fundamental, dos documentos de enquadramento no contexto regulamentar e normativo do PROT, procedimento abordado no ponto seguinte.

### **3.4. Estruturação dos documentos normativos do PROT**

Concluída a preparação da informação geográfica a integrar no SIGESPROTA, a fase seguinte do processo consistiu na estruturação da informação contida nos documentos normativos, no sentido de identificar o conteúdo desses documentos aplicável a cada componente geográfica considerada no sistema e de, em ambiente SIG “convencional” ou através de WebSIG, proporcionar aos utilizadores o acesso a esse conteúdo, de uma forma directa e objectiva, facilitando o seu enquadramento nas orientações definidas no plano.

Desempenhando funções de certa forma equivalentes ao “convencional” Regulamento nos outros IGT, no caso dos PROT é o Relatório Fundamental que corresponde à componente do conteúdo documental com carácter regulamentar e normativo. Assim, procedeu-se à selecção no Relatório do conteúdo aplicável, em termos de contextualização e de definição das normas orientadoras e de natureza operacional, a cada uma das *feature classes* integradas no *file geodatabase* PROT\_Alentejo.gdb, e à criação dos novos documentos “normativos” correspondentes.

Os documentos criados compreendem, em regra, uma componente referente ao enquadramento no Modelo e Sistemas Territoriais e outra componente relativa às normas específicas aplicáveis. Dado o carácter não “regulamentar” do Relatório Fundamental, não é possível estabelecer uma relação directa e unívoca entre as componentes da informação geográfica e as normas específicas consagradas no documento; de facto, algumas normas são aplicáveis a diversas entidades geográficas, enquanto outras entidades, eventualmente menos relevantes no contexto do PROT, podem não ter justificado a incidência das normas definidas.

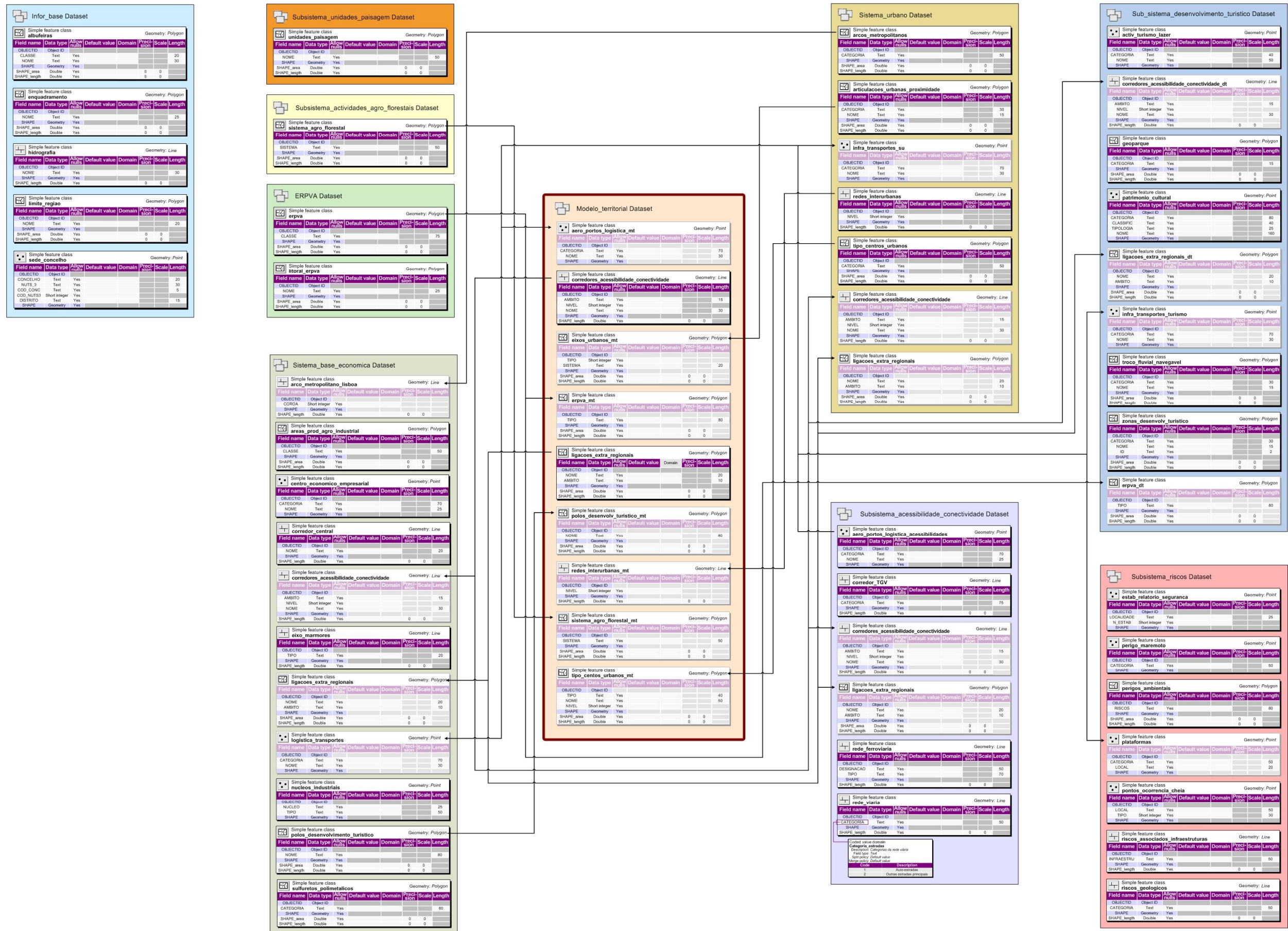


Figura 18 – Modelo de dados de suporte ao SIGESPROTA.



Considerando que “compete à CCDR Alentejo, no âmbito da sua própria estrutura orgânica, assegurar a implementação e o funcionamento do Sistema de Gestão e de Monitorização do PROT” (Relatório Fundamental do PROT Alentejo – versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros, 2010), a preparação dos documentos “normativos” do PROT envolveu a participação activa das unidades orgânicas com essas atribuições, com destaque para a Direcção de Serviços de Ordenamento do Território (Figura 7).

Na Figura 19 exemplifica-se o acesso, em ambiente SIG *desktop*, ao documento que sistematiza o enquadramento e as normas específicas aplicáveis à ERPVA.

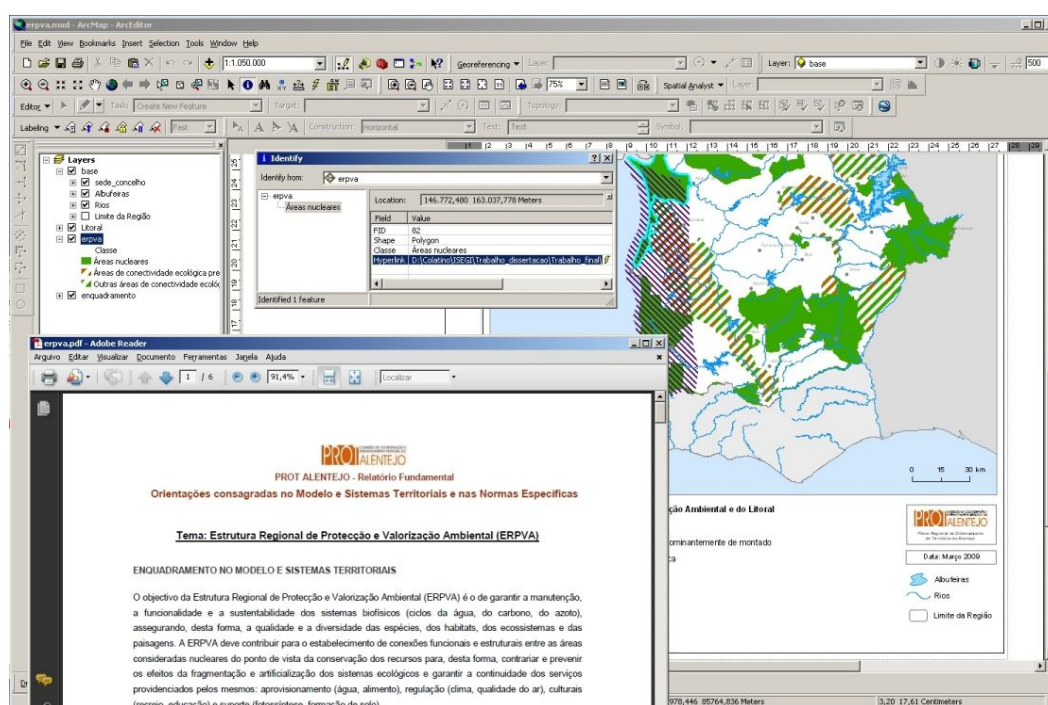


Figura 19 – Acesso, em ambiente SIG *desktop*, às Orientações e Normas: exemplo para a ERPVA.

Para além do acesso em ambiente SIG *desktop*, vocacionado principalmente para uso interno pelas unidades orgânicas da CCDR Alentejo, também através da plataforma webSIG a fácil integração entre a informação geográfica e o respectivo contexto normativo constitui uma vertente importante do Sistema de Gestão e de Monitorização do PROT.

### 3.5. Conclusões do capítulo

Ao longo deste capítulo, identificaram-se os procedimentos que foi necessário levar a cabo para conferir à informação geográfica resultante do processo de elaboração do PROT Alentejo as condições necessárias para a sua efectiva integração no SIGESPROTA; nesse sentido, um primeiro passo consistiu na identificação e estruturação da informação

geográfica a considerar, entendida como a que mais directamente suporta o Modelo e Sistemas Territoriais e é objecto de incidência das Normas Orientadoras, nos termos consagrados no “Relatório Fundamental do PROT Alentejo”.

A necessidade de efectuar alguns desses procedimentos e as exigências colocadas por outros ultrapassaram as previsões inicialmente estabelecidas, levando a concluir que, durante a fase de elaboração do PROT, foi privilegiada a resposta às necessidades imediatas, em detrimento da adequada estruturação da informação em função das necessidades colocadas em fases posteriores. Sendo esta opção compreensível relativamente a alguns procedimentos, expectáveis apenas na fase final do processo, outros, como é o caso da sistematização dos metadados, deverão procurar ser assegurados ao longo de todo o processo, sendo esta uma recomendação para aplicar em futuros trabalhos equivalentes.

Para além do estrito cumprimento das condições necessárias para a integração no SIGESPROTA, a estruturação da informação foi igualmente orientada pela necessidade de assegurar a sua integração no SNIT, o que justifica as opções tomadas, designadamente no que respeita à criação dos metadados e à uniformização e transformação do sistema de coordenadas; neste contexto, salientam-se as directrizes consagradas em instrumentos como a Directiva INSPIRE, o Perfil Nacional de Metadados e as recomendações do IGP para adopção do ETRS89-PT-TM06 como sistema de referência para Portugal Continental.

No presente capítulo foram também sistematizados os factores que levaram à opção pelo formato *file geodatabase* para estruturar a informação geográfica a integrar no SIGESPROTA, nos termos definidos no modelo de dados que suporta a sua implementação; dos ensaios realizados resulta a confirmação de que as funcionalidades proporcionadas se ajustam aos objectivos que, nesta fase, se colocam ao SIGESPROTA.

Por fim, procedeu-se à criação, a partir do Relatório Fundamental do PROT, dos documentos que sintetizam o contexto e as normas orientadoras aplicáveis às componentes da informação geográfica consideradas, no sentido de facilitar o respectivo enquadramento “normativo”. Embora não seja possível estabelecer uma relação directa e unívoca, a articulação entre os elementos geográficos e as normas definidas no PROT revelou-se importante para o acréscimo de funcionalidades que o SIGESPROTA pretende implementar, designadamente através da componente webSIG, a desenvolver no Capítulo 4.

## **4. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEBSIG PARA O SIGESPROTA**

### **4.1. Introdução**

Com o presente capítulo pretende-se enquadrar e sistematizar o desenvolvimento de uma aplicação webSIG de apoio ao SIGESPROTA, considerando que a operacionalização dessa interface web constitui um dos vectores fundamentais para adequar este instrumento às capacidades e às exigências actuais.

Dado que a aplicação das novas funcionalidades decorrentes do recurso à Internet como plataforma para desenvolvimento dos IGT se encontra ainda numa fase relativamente inicial no contexto nacional, ao longo do processo de elaboração do PROT Alentejo foi limitada a sua utilização. De facto, as funcionalidades da plataforma colaborativa criada para o acompanhamento do plano centraram-se, no que respeita à informação geográfica, na disponibilização de cartografia estática de enquadramento às Opções Estratégicas de Base Territorial (OEBT). É no sentido de atenuar essa limitação que se enquadra, no âmbito do processo de gestão e avaliação do PROT, o desenvolvimento da aplicação webSIG para o SIGESPROTA.

### **4.2. A importância da Internet como plataforma para partilha da informação**

Inicialmente estruturada como uma rede de ligação entre computadores pessoais, a Internet rapidamente evoluiu para um poderoso meio de disseminação e troca de informação na sociedade moderna; actualmente, permite um alargado conjunto de actividades que vão desde a circulação de mensagens pessoais à transferência de grandes volumes de dados, à realização de transacções comerciais e ao acesso a funcionalidades administrativas e de cidadania (Barriguinha, 2008), onde se enquadra, designadamente, o acompanhamento e consulta dos instrumentos de planeamento e gestão territorial.

A Internet torna possível o acesso aos vastos volumes de informação que tem vindo a ser recolhida e tratada a um ritmo crescente ao longo dos últimos anos; também no que respeita à informação geográfica, como salientam Drummond e French (2008), a evolução tem igualmente sido notável e se, inicialmente, as funcionalidades disponíveis eram limitadas, actualmente é viável disponibilizar um amplo conjunto de funções de análise geoespacial sobre a Internet.

Para Peng e Tsou (2003), com as novas funcionalidades disponibilizadas e a generalização da sua utilização, a Internet tornou-se um meio extremamente poderoso de acesso, troca e processamento de informação, alterando significativamente a forma como os SIG acedem, processam, partilham e manipulam os dados geográficos. De facto, é a capacidade da Internet para disponibilizar e aceder à informação geográfica e

sobre ela realizar algumas funções de análise espacial por intermédio de um *browser* que se encontra na base dos SIG distribuídos (SIGD), abrangendo os SIG baseados na Internet (webSIG) e os SIG móveis (ver Figura 3).

As potencialidades resultantes da sinergia entre os SIG e a tecnologia da web levaram a que uma das principais linhas recentes de desenvolvimento das metodologias e ferramentas SIG seja a criação de funcionalidades para a sua disponibilização na Internet. Como referem Machado *et al.* (2002) *in* Barriguinha (2008), com o recurso à Internet, a distribuição de informação geográfica a um grande número de utilizadores, com conhecimentos técnicos ou não, e a realização de procedimentos semelhantes aos que se podem efectuar num ambiente SIG convencional, passou a ser viável com relativa facilidade. Deve ainda salientar-se que, para além das vantagens acrescidas em termos de acesso e disponibilização de informação geográfica, o modelo apoiado no webSIG, baseado em soluções flexíveis e dinâmicas, pode também permitir a redução significativa dos custos de implementação, suporte e manutenções futuras.

Pode considerar-se que a repercussão da Internet sobre os SIG incidiu em três grandes áreas: o acesso a dados geográficos, a disseminação de informação espacial, e, mais recentemente, o processamento, análise e modelação da informação espacial (Peng e Tsou, 2003). De facto, actualmente os utilizadores podem aceder a um vasto e diversificado conjunto de dados, eventualmente disponibilizados por diferentes fornecedores. Também se tornou possível a disseminação de grandes quantidades de informação espacial por um número muito maior de utilizadores do que através dos SIG convencionais; qualquer utilizador com ligação à Internet pode aceder directamente a informação espacial para efectuar pesquisas (gráficas ou alfanuméricas) e análises, recorrendo simplesmente ao *browser*. Da conjugação dos dois factores anteriores com a disponibilização de novas funcionalidades na Internet, resulta o crescente recurso a esta plataforma para o processamento, análise e modelação da informação geográfica.

Relativamente à disponibilização de informação geográfica na web, Plewe (1997) *in* Furtado (2008), considera que ela pode proporcionar diferentes níveis de interactividade. As opções passam por:

- Replicar no cliente a base de dados geográfica, total ou parcialmente; todo o processamento é efectuado pelo utilizador, que para o efeito tem que dispor dos conhecimentos e dos meios necessários;
- Responder aos pedidos do cliente com a disponibilização de simples imagens ou mapas estáticos, em páginas HTML<sup>14</sup>, num formato gráfico (como JPEG, GIF ou TIFF);
- Conceder, como resposta, capacidade de navegação sobre mapas dinâmicos;

---

<sup>14</sup> Acrónimo de *HyperText Markup Language* – Linguagem de marcação utilizada para a construção de páginas web.



- Permitir ao cliente, para além da navegação sobre mapas dinâmicos, algumas funcionalidades SIG para realização, sobre a base de dados no servidor, de pesquisas e análises, como sejam o cálculo de distâncias e áreas ou a determinação de faixas de protecção.

Nesta ordem de ideias, e de acordo com Kraak (2001), a classificação dos mapas publicados na web resulta da conjugação de factores como a natureza de informação (estática ou dinâmica) e a capacidade de intervenção do utilizador (permitindo ou não interactividade). Assim, assinala-se uma importante distinção entre mapas estáticos e dinâmicos. Cada uma destas categorias subdivide-se em mapas apenas visualizáveis (*view-only maps*) e mapas interactivos.

Até há poucos anos, a maior parte dos mapas disponibilizados na web eram estáticos e não interactivos, resultantes da digitalização de documentos cartográficos existentes; apesar de não possibilitarem interactividade com o utilizador, permitem uma fácil disseminação e ampla acessibilidade à informação e, por isso, são ainda uma opção válida para muitas organizações.

Mas os mapas estáticos também podem proporcionar alguma interactividade, que incide basicamente sobre duas vertentes: por um lado, permitir ao utilizador opções de visualização do mapa (por exemplo, activar ou desactivar níveis de informação ou alterar a simbologia); por outro, permitir que o mapa funcione como interface para outros conteúdos, quando, ao clicar num elemento geográfico, são fornecidos dados adicionais ou estabelecidas ligações com outras fontes de informação na web.

Nos mapas dinâmicos é introduzida uma componente de mudança de um ou vários dados geográficos. As soluções mais simples permitem apenas a visualização, como acontece com os mapas em formato GIF com animação, nos quais a mudança se obtém recorrendo à apresentação sequencial de várias imagens; permitem, por exemplo, a apresentação de um percurso pré-definido e de pontos de interesse associados ou um processo evolutivo de expansão urbana.

Os mapas dinâmicos interactivos associam ao conceito de mudança as capacidades de interactividade do utilizador, que pode, por exemplo, definir o percurso que pretende visualizar ou introduzir alterações de parâmetros na informação a apresentar.

Importa referir que estas soluções, que assentam na disponibilização na web de aplicações cartográficas, se enquadram nas funcionalidades do webmapping; ao assegurar funcionalidades adicionais, o webSIG corresponde a um nível mais elaborado de disponibilização de informação geográfica através da web, pois permite apresentar os atributos da informação espacial e, inclusivamente, efectuar algum geoprocessamento.

A evolução proporcionada pelo recurso à Internet como plataforma para disponibilização

e acesso à informação geográfica e as novas funcionalidades daí decorrentes não podem também deixar de se reflectir na articulação entre os SIG e o planeamento e ordenamento do território. No subcapítulo 2.2 foram já evidenciadas algumas das potenciais contribuições dos SIGD e, em particular, dos webSIG para esse processo; a facilidade no acompanhamento e consulta dos instrumentos de planeamento e gestão territorial, não apenas por parte dos técnicos e utilizadores mais qualificados, mas também pelos cidadãos em geral, assume aqui particular relevância.

É também neste contexto que se insere o aparecimento recente dos SIG de participação pública (PPGIS – *Public Participation GIS*, na terminologia inglesa), através dos quais se fomenta o envolvimento das populações no processo de planeamento e de tomada de decisões que, sobretudo ao nível local, afectam as comunidades.

Na sua forma mais simples, os PPGIS permitem aos cidadãos e suas organizações aceder à informação relevante num processo de planeamento. Através de soluções mais sofisticadas, pode ser solicitada a sua participação e contribuição acerca das propostas e planos, criando uma plataforma colaborativa de apoio à tomada de decisões. Esta democratização da informação, como é designada por Drummond e French (2008), constitui mais uma via para permitir o acesso à tecnologia e funcionalidades dos SIG a novos utilizadores, em particular no contexto do planeamento territorial.

Assim, as múltiplas funcionalidades proporcionadas pelas tecnologias actuais conferem à Internet um papel determinante como plataforma de acesso à informação geográfica. A evolução registada, particularmente intensa ao longo dos últimos anos, assenta num conjunto de conceitos e soluções cujos traços essenciais são seguidamente apresentados.

### **4.3. Soluções de distribuição de informação geográfica na web**

#### **4.3.1. Os serviços web e a importância do OGC**

Relativamente aos procedimentos subjacentes ao recurso à Internet para circulação e partilha da informação, uma primeira noção a considerar diz respeito aos serviços web (*web services*, frequentemente designados pela sigla WS), que emergiram no início do século actual, no campo dos sistemas de informação e no contexto da implementação da Arquitectura Orientada a Serviços<sup>15</sup> (SOA - acrónimo da designação *service-oriented architecture*) (Pornon *et al.*, 2008). O objectivo consiste em tornar mais modular e menos proprietário o desenvolvimento dos códigos e aplicações informáticas, recorrendo a funções aplicativas elementares sob a forma de módulos. Assentando em soluções

---

<sup>15</sup> Arquitectura Orientada a Serviços é uma forma de arquitectura de software utilizada na computação distribuída, que permite que vários agentes disponibilizem recursos aos restantes participantes da rede, através da implementação normalizada de serviços independentes.

normalizadas e interoperáveis, os serviços web podem ser combinados e reutilizados para originar novas soluções ou processos compostos.

Segundo Pornon et al. (2008), pode definir-se como serviço web uma funcionalidade disponibilizada por um fornecedor através de um servidor distante, acessível a um utilizador cliente através da Internet, sem intervenção humana directa (componente automatização) e independentemente da tecnologia utilizada (componente interoperabilidade). De facto, os serviços web permitem o desenvolvimento de interfaces normalizadas que asseguram a interoperabilidade entre diferentes aplicações desenvolvidas sobre diversas plataformas, na Internet (W3C, 2009), uma vez que assentam na utilização de normas e standards abertos.

Constituindo um subconjunto dos serviços web e cumprindo as mesmas exigências, os serviços web geográficos permitem transaccionar informação geográfica (mapas ou dados geográficos) e, mais recentemente, efectuar geoprocessamento.

Para a consolidação dos serviços web geográficos, um papel determinante tem sido desempenhado pelo OGC (Open Geospatial Consortium). Trata-se de uma organização internacional não lucrativa (criada em 1994 e constituída por empresas, instituições governamentais e universidades), responsável pelo desenvolvimento de standards que permitam que informação espacial complexa e serviços geoespaciais se tornem acessíveis e utilizáveis por qualquer aplicação (OGC, 2009). Desta forma, é possível que um organismo disponibilize a sua informação num servidor web cumpridor dos standards do OGC e que utilizadores clientes, recorrendo a software que também respeite os standards, acedam, visualizem e inclusivamente manipulem essa informação, como se ela se encontrasse no seu posto de trabalho. Mais generalizadamente, é possível combinar localmente informação proveniente de múltiplos servidores, sem que seja necessário transferir ou converter essa informação.

A missão do OGC passa, portanto, por torná-lo um fórum global para a colaboração de criadores e utilizadores de produtos e serviços de informação espacial e por fomentar o desenvolvimento de standards internacionais tendo em vista a interoperabilidade geoespacial.

No sentido de cumprir os seus objectivos em matéria de interoperabilidade, o OGC tem vindo a desenvolver um conjunto de especificações visando prioritariamente tornar os SIG interoperáveis entre si, mas também com outras componentes dos sistemas de informação (Pornon et al., 2008). De entre essas especificações, destacam-se (OGC, 2009):

- WMS (*Web Map Service*), que fornece uma interface web para solicitação e disponibilização de mapas em formato imagem (representações visuais de informação geográfica e não os dados em si), em função dos temas e área a processar, recorrendo às operações *GetCapabilities*, *GetMap* e *GetFeatureInfo*

(sendo esta última opcional);

- WFS (*Web Feature Service*), que define uma interface para especificar pedidos de informação geográfica em formato vectorial (*geospatial features*), disponibilizada no formato GML (*Geography Markup Language*), que é também uma especificação do OGC, desenvolvida para transferência de informação geográfica na Internet;

Um serviço WFS pode ser um WFS básico (*read-only WFS*), que implementa as operações *GetCapabilities*, *DescribeFeatureType* and *GetFeature*, ou um WFS transaccional (WFS-T), que, adicionalmente, implementa alguma capacidade de edição *on-line* da informação geográfica;

- WCS (*Web Coverage Service*), que suporta a transferência na web de informação geográfica que apresenta variações espaciais contínuas, em formato matricial, de que são exemplos as imagens de satélite e os modelos digitais do terreno (MDT). O WCS implementa as operações *GetCapabilities*, *DescribeCoverage* e *GetCoverage* e envia ao cliente informação susceptível de tratamento;
- WPS (*Web Processing Service*), que estabelece normas para a solicitação de serviços de geoprocessamento (como a sobreposição de polígonos), definindo uma interface que facilita a publicação de processos geoespaciais. Os dados requeridos pelo WPS podem permanecer disponíveis no servidor ou ser distribuídos pela Internet.

#### **4.3.2. O papel determinante dos webSIG**

Nos últimos anos, as tecnologias em que assenta o desenvolvimento dos webSIG, designadamente a informática e os serviços de telecomunicações, registaram uma significativa evolução. Acompanhando esse progresso, também as soluções tecnológicas para os webSIG evoluíram significativamente.

Inicialmente limitados à publicação na Internet de mapas estáticos e previamente preparados em formatos gráficos como PDF, GIF ou JPEG, os webSIG foram progressivamente disponibilizando novas funcionalidades que actualmente lhes conferem características de verdadeiros SIG. Através da conjugação da linguagem HTML e da tecnologia CGI<sup>16</sup>, o utilizador passou a poder usar o *browser* para solicitar informação geográfica. Os pedidos são enviados ao CGI, através do servidor HTTP<sup>17</sup>, para processamento pelos programas e ferramentas SIG alojados em servidores de mapas e de dados; embora de forma limitada, esta tecnologia permite a criação de mapas com

---

<sup>16</sup> Acrónimo de *Common Gateway Interface* – tecnologia que permite interactividade entre um cliente e um servidor de informações (servidor web ou servidor HTTP); sendo o processamento executado em tempo real, os resultados são apresentados como informação dinâmica.

<sup>17</sup> Acrónimo de *Hypertext Transfer Protocol* – protocolo de comunicação utilizado para solicitar e transmitir ficheiros, sobretudo páginas web e suas componentes, na Internet ou em redes locais (intranets).

informação solicitada pelo utilizador, apresentando-os, via HTTP, no *browser*; a falta de interactividade e o baixo desempenho são, no entanto, factores limitativos.

Uma terceira etapa evolutiva corresponde à possibilidade de disponibilizar em ambiente webSIG os primeiros mapas verdadeiramente interactivos. Esta solução assenta no recurso à linguagem DHTML e à disponibilização de aplicações do lado do cliente, como *plug-in*, controlos ActiveX e Java *applets* que permitem maior interactividade na formulação dos pedidos; o utilizador pode já efectuar directamente algumas consultas e pesquisas, sem necessidade de sistematicamente enviar pedidos ao servidor.

Mais recentemente, a evolução tecnológica permitiu novas funcionalidades, viabilizando os actuais serviços de informação geográfica distribuídos; torna-se então possível que componentes SIG do lado do cliente comuniquem directamente com outros componentes SIG do lado do servidor, sem recorrer a um servidor HTTP e a um CGI como intermediários. Estas funcionalidades assentam no desenvolvimento de protocolos e arquitecturas que permitem estabelecer e simplificar a troca de dados entre sistemas distribuídos heterogéneos e o seu funcionamento articulado (Peng e Tsou, 2003).

De acordo com Peng e Tsou (2003), a implementação dos webSIG assenta numa arquitectura cliente/servidor de 3-camadas (*3-tier*) ou *n*-camadas e tem normalmente quatro componentes principais: o cliente, um servidor de Internet com servidor de aplicações, um ou vários servidores de mapas e servidores de dados.

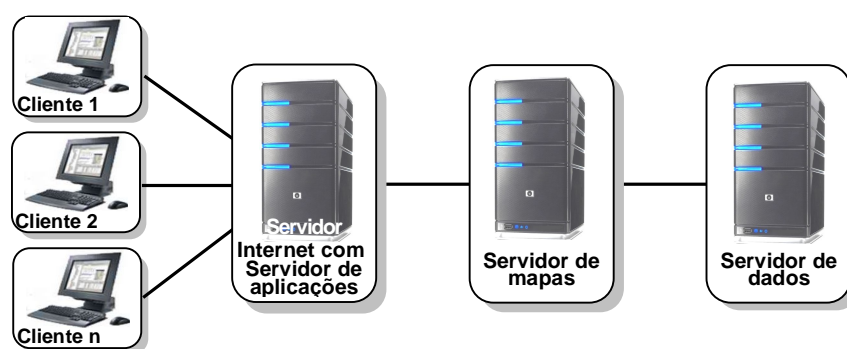


Figura 20 – Componentes básicos de um webSIG (adaptado de Peng e Tsou, 2003).

Num webSIG, o cliente assegura a interface que permite a interacção entre os utilizadores e os dados espaciais e funções de análise disponibilizadas. Contrariamente aos SIG instalados nos computadores pessoais, designados como SIG *desktop*, que recorrem à interface gráfica do utilizador para construir o cliente, um webSIG depende da web como seu cliente. Nas soluções mais simples, os clientes assentam unicamente na linguagem HTML, mas a interactividade proporcionada ao utilizador é muito limitada, não permitindo, por exemplo, seleccionar objectos espaciais directamente a partir de mapas.

Para aumentar a interactividade foram desenvolvidos clientes alternativos que dispõem de funcionalidades adicionais; é o caso da linguagem HTML dinâmica (DHTML<sup>18</sup>), e de aplicações do lado do cliente, como (Peng e Tsou, 2003):

**Plug-in:** Programa de computador auxiliar destinado a alterar, melhorar ou expandir a capacidade de outros programas, fornecendo, a pedido, uma determinada funcionalidade, geralmente muito específica. No caso dos webSIG, o recurso a *plug-in* pode permitir ao utilizador, por exemplo, seleccionar objectos e efectuar análises directamente sobre o mapa presente no ecrã, possibilitando que algum geoprocessamento seja realizado do lado do cliente.

**Java applets:** Aplicativos escritos na linguagem de programação Java e que podem ser incluídos em páginas HTML, sendo transferidos para o cliente, também com objectivo de aumentar a versatilidade e as capacidades de análise e processamento por parte do utilizador, através da interacção directa com a informação disponibilizada no mapa.

**Controlos ActiveX:** Módulos de software baseados na arquitectura *Component Object Model* (COM) da Microsoft, que, à semelhança das *applets* Java, proporcionam funcionalidades adicionais na manipulação de dados e/ou mapas através do *browser*; permitem ainda cruzar dados locais com dados obtidos a partir de fontes remotas.

O servidor de Internet e o servidor de aplicações formam a segunda componente dos webSIG. A principal função do servidor de Internet, também designado por servidor HTTP, consiste em dar resposta às solicitações dos *browsers* de Internet via HTTP. Esta resposta pode seguir três vias:

- Enviar ao cliente documentos HTML ou mapas e imagens existentes;
- Disponibilizar ao cliente *applets* Java ou controlos ActiveX, que permitem funcionalidades adicionais;
- Transmitir pedidos a outros programas, como os CGI, no sentido de processar as consultas; neste caso, o servidor de Internet invoca os serviços de um servidor de aplicações, o qual actua como um tradutor ou elemento de ligação entre aquele e o servidor de mapas.

Assim, as principais funções do servidor de aplicações são: assegurar a ligação entre o servidor de Internet e o servidor de mapas; interpretar os pedidos dos clientes e enviá-los ao servidor de mapas; gerir as requisições concorrentes e articular as ligações entre o servidor de mapas e o servidor de dados; monitorizar o estado, transacções e segurança do sistema (Peng e Tsou, 2003).

---

<sup>18</sup> O carácter dinâmico da DHTML provém do recurso a *scripts* como JavaScript e VBScript e permite, por exemplo, que ao mover o ponteiro do rato sobre um elemento espacial, seja apresentada uma caixa de texto com os respectivos atributos.

O servidor de mapas constitui a componente nuclear do webSIG, visto ser ele que analisa e processa os pedidos dos clientes e produz os resultados; para isso, o servidor de mapas efectua as pesquisas e análises espaciais suscitadas pelos pedidos dos utilizadores, gerando e transmitindo os mapas correspondentes. Assim, é esta componente que assegura as funções tradicionalmente da responsabilidade dos SIG e que abrangem, entre outras, a análise espacial, o cruzamento de informação, o geoprocessamento, a definição de critérios de pesquisa e a criação de mapas; por isso, também pode designar-se por servidor espacial. Basicamente, o resultado do processamento do servidor de mapas pode assumir duas formas: resumir-se a uma simples imagem ou mapa num formato gráfico (como JPEG, GIF ou TIFF), ou disponibilizar diversos níveis de informação geográfica seleccionada, a enviar para o cliente para subsequente disponibilização ao utilizador.

Quanto ao servidor de dados, a sua função é armazenar e gerir os dados espaciais e não espaciais, que podem ou não estar armazenados em sistemas de gestão de bases de dados (SGBD). Nos casos em que existem dados armazenados em SGBD, a forma mais usual de acesso das aplicações clientes à base de dados assenta na linguagem SQL<sup>19</sup>, pelo que o servidor de dados é frequentemente referenciado como servidor SQL.

Relativamente às estratégias de implementação dos webSIG, podem considerar-se, de acordo com Foote e Kirvan (1997), três tipos de arquitectura: baseadas no servidor, centradas no cliente e soluções cliente-servidor equilibradas; uma consulta do trabalho destes autores permite um bom conhecimento dos conceitos e procedimentos adoptados em cada um dos modelos de implementação dos webSIG. Complementarmente, na Tabela 3, elaborada a partir de Cabral (2007), sistematiza-se a distribuição de tarefas para as diversas estratégias de implementação de webSIG.

|                     | Estratégias  |  |                                       |
|---------------------|--|--|---------------------------------------|
|                     | Baseada no servidor                                  | Centrada no cliente  | Híbrida                               |
| Tarefas do servidor | Navegação<br>Pesquisa<br>Análise<br>Desenho de mapas | Pesquisa<br>Análise<br>Desenho de mapas                              | Análise<br>Desenho de mapas           |
| Tarefas do cliente  | Visualização   | Visualização<br>Pesquisa<br>Navegação<br>Análise<br>Desenho de mapas | Visualização<br>Pesquisa<br>Navegação |

Tabela 3 – Repartição de tarefas por estratégia de implementação de webSIG (adaptado de Cabral, 2007).

Naturalmente que a catalogação das tarefas no contexto das diversas soluções não segue um padrão rígido, tanto mais que a evolução tecnológica, a capacidade dos

<sup>19</sup> Acrónimo de *Structured Query Language*.

sistemas e da Internet e o volume e diversidade da informação procurada e disponibilizada exigem cada vez mais a adopção de soluções flexíveis e dinâmicas.

#### **4.4. A aplicação de webSIG aos instrumentos de planeamento**

As funcionalidades proporcionadas pelo recurso à tecnologia dos webSIG permitiram a generalização do acesso à informação geográfica a um vasto e diversificado universo de utilizadores, tirando partido não apenas do carácter amigável e intuitivo das aplicações, mas também da dispensa de software adicional específico e oneroso.

Uma das principais vertentes dessas funcionalidades, pelo carácter básico de que se reveste e, consequentemente, pela generalizada solicitação que suscita, consiste na simples pesquisa de uma localização geográfica e de um percurso de partida ou chegada a essa localização. Por outro lado, aos utilizadores destas funcionalidades começa também a ser permitida maior interactividade, bem como a participação no reforço da informação a disponibilizar, através dos PPGIS ou do que Goodchild (2007) designa por *volunteered geographic information* (VGI).

De referir que todo o movimento de generalização do acesso à informação geográfica deve ser entendido, como salienta Yeung (1999), num contexto mais vasto de acesso público à informação oficial, relevante para os cidadãos e os agentes, como vector da sociedade da informação e do conhecimento; nesta perspectiva, articula-se também com as políticas de suporte à gestão pública participada e transparente e também com a implementação dos processos de governo electrónico (*e-government*), entendido como o recurso às novas tecnologias de informação e comunicação na administração pública e no funcionamento do Estado (AMA, 2010).

Enquadrada na crescente facilitação na disponibilização e acesso à informação geográfica de carácter genérico, regista-se igualmente uma progressiva expansão das plataformas de webSIG como via para tornar mais abrangente e funcional o acesso à informação geográfica de carácter público e institucional, nomeadamente em áreas como a gestão e monitorização ambiental, o uso e ocupação do solo ou o planeamento regional e urbano. Neste contexto, assume particular relevância a aplicação à área temática de incidência da presente dissertação: os instrumentos de planeamento e gestão territorial; nesse sentido, pretende-se apresentar, no presente subcapítulo, alguns exemplos de soluções implementadas, quer no âmbito europeu, quer no quadro do sistema de planeamento português.

##### **4.4.1. Breve avaliação da situação europeia**

No contexto dos grandes espaços geográficos nacionais ou internacionais, a difusão e acesso à informação geográfica relevante para o planeamento e gestão territorial e



ambiental apresenta uma estreita articulação com os sistemas e plataformas concebidos e estruturados para viabilizar esse objectivo: as Infra-estruturas de Dados Espaciais (IDE) e os Geoportais.

Tal como foi referido no ponto 2.2.3, uma IDE é uma plataforma informática que assenta em recursos disponíveis na Internet e destinados a gerir, facilitar e racionalizar o acesso, utilização e partilha da informação geográfica disponível nas entidades que integram a IDE. Por seu lado, um geoportal constitui uma via de acesso à informação geográfica na web, organizando conteúdos e serviços e assegurando a pesquisa e a ligação directa a essa informação; como salientam Maguire e Longley (2005), pela sua estrutura conceptual e funcional, o geoportal constitui o “coração” da IDE.

A nível europeu, a Directiva INSPIRE<sup>20</sup>, *Infrastructure for Spatial Information in the European Community* (Directiva n.º 2007/2/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março), que entrou em vigor em Maio de 2007, constitui um dos mais expressivos exemplos de uma IDE para maximização das potencialidades da informação geográfica. Direccionada sobretudo para apoiar as políticas e actividades com potencial impacto sobre o ambiente, a Directiva INSPIRE assenta nas infra-estruturas da informação espacial definidas e implementadas pelos 27 estados membros da União Europeia, incidindo sobre 34 temas de informação espacial considerados necessários para aplicações ambientais. Funcionando articulada e complementarmente, o *website* e o geoportal (Figura 21) constituem as duas vertentes estruturantes do acesso ao conteúdo e orientações da Directiva INSPIRE.

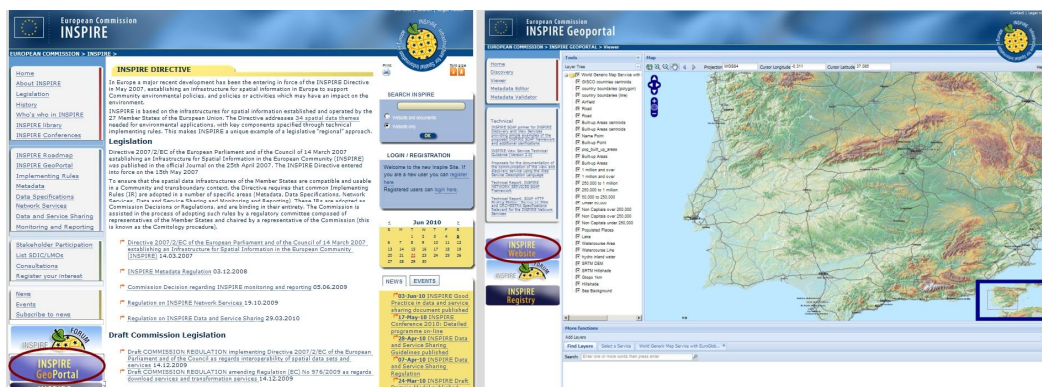


Figura 21 – Interfaces da Directiva INSPIRE: *website* e geoportal.

Com o objectivo de integrar, através da Internet, os dados, metadados, serviços e informação de carácter geográfico produzidos em Espanha, a nível nacional, regional e local, foi desenvolvida a IDEE<sup>21</sup> - Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE, 2010). Através do portal da IDEE (ver Figura 22), é possível aceder a um conjunto de serviços

<sup>20</sup> URL: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>

<sup>21</sup> URL: <http://www.idee.es>

(visualizador, catálogo de metadados, análise do território, etc.), de recursos (editores de metadados, apoio a programadores, ferramentas de software gratuitas, etc.) e de ligações (incluindo uma ligação ao SNIG) que reforçam as potencialidades desta plataforma.

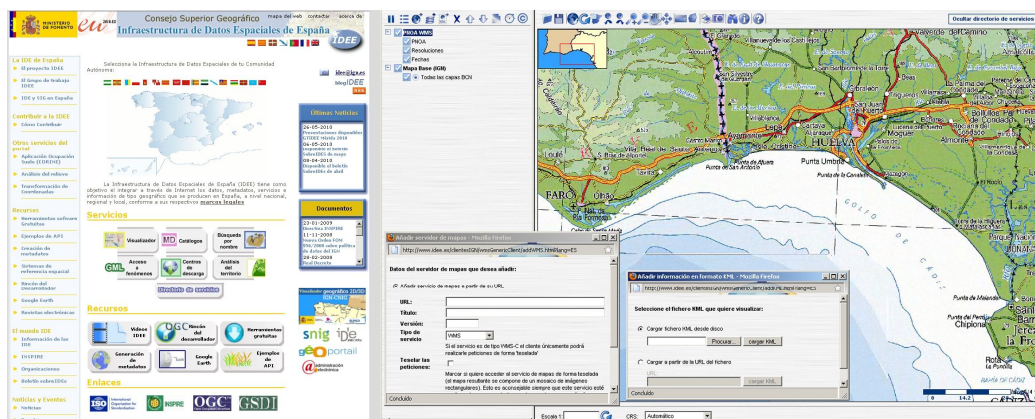


Figura 22 – Portal de acesso à IDEE e respectivo visualizador, que permite adicionar facilmente servidores WMS e informação em formato KML.

A uma escala regional e, mais concretamente inter-regional, refira-se a criação, no contexto do Projecto OTALEX – Observatório Territorial Alentejo – Extremadura, da respectiva IDE<sup>22</sup>. O projecto tem como objectivos “estudar e dar a conhecer a realidade de um território, composto pelas regiões do Alentejo, em Portugal, e da Extremadura, em Espanha, separadas convencionalmente pela fronteira administrativa, mas unidas pelas suas características físicas, ambientais, sociais e económicas” (IDEOTALEX, 2010), justificando a criação de um observatório que promova a sustentabilidade dos recursos naturais, culturais e a qualidade do ambiente como vectores do desenvolvimento socioeconómico regional. A IDEOTALEX (Figura 23) surge como a materialização deste observatório e como via de envolver as instituições competentes nessa missão.

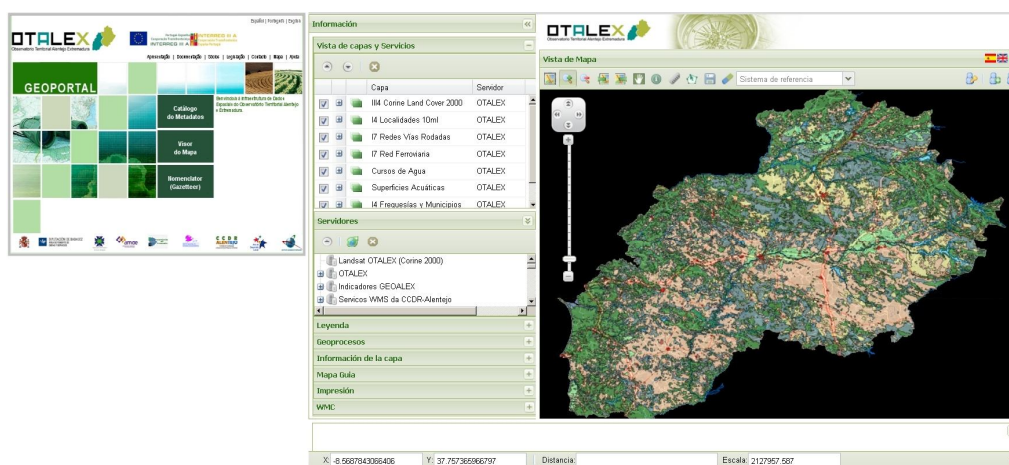


Figura 23 – Interface da IDE OTALEX: geoportal e visor de mapas.

<sup>22</sup> URL: <http://www.ideotalex.eu>

A IDEOTALEX encontra-se em processo de desenvolvimento, com a progressiva incorporação, pelos parceiros envolvidos, de nova informação; é neste contexto que se insere a prevista viabilização do acesso ao PROT Alentejo (após a sua aprovação oficial), processo para o qual o recurso ao SIGESPROTA, objecto da presente dissertação, pode constituir um contributo relevante.

Ao nível das aplicações webSIG mais directamente vocacionadas para apoiar a gestão e ordenamento do território, de entre as inúmeras soluções que cada vez mais se encontram disponíveis, apresenta-se, como exemplo, o *Système d'Information du Territoire Genevois* (SITG)<sup>23</sup>. Trata-se de um portal que permite o acesso a informação, aplicações e instrumentos da responsabilidade dos diversos agentes públicos com competência em matéria de planeamento e gestão territorial no cantão suíço de Genebra.

A estrutura de entrada, bastante simples (Figura 24), permite, entre outras funcionalidades, o acesso directo às aplicações cartográficas de webSIG (2D e 3D) e a um conjunto de serviços WMS; a informação geográfica disponibilizada pode ter um carácter genérico, ser de natureza temática (ordenamento, cadastro, mobilidade, etc.) ou ser de acesso reservado a utilizadores autenticados.

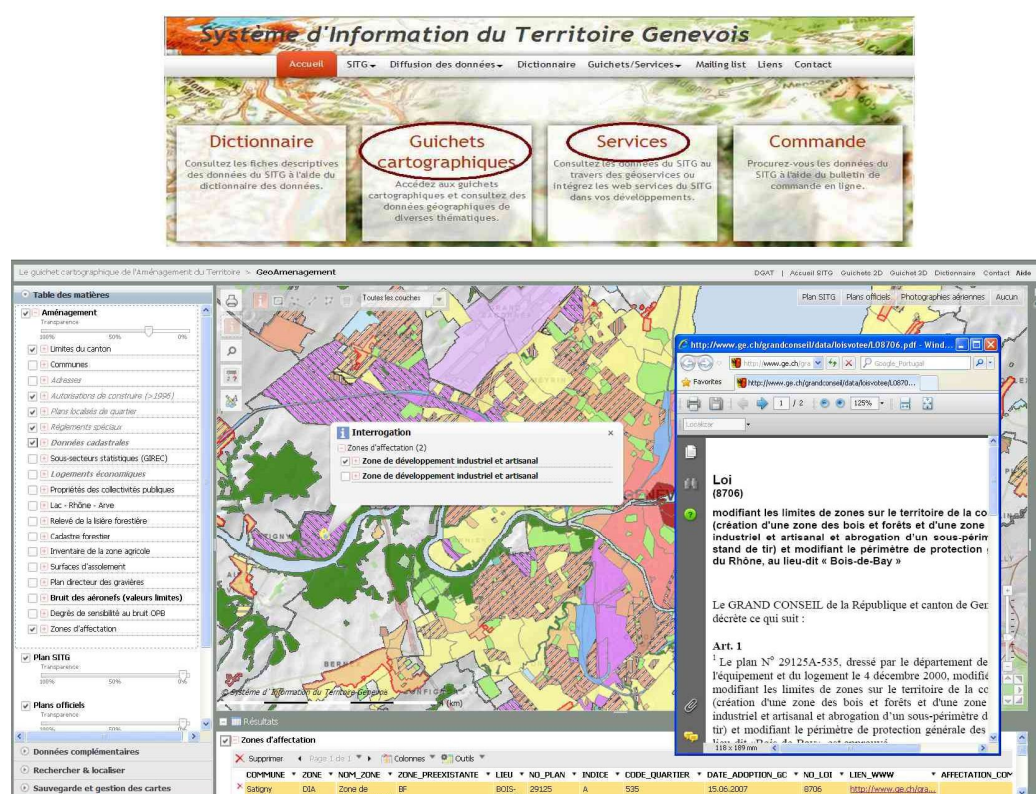


Figura 24 – Portal de entrada no SITG e interface da aplicação *GeoAmenagement*, evidenciando o acesso à legislação aplicável para a classe de espaços identificada na consulta do plano.

<sup>23</sup> URL: <http://etat.geneve.ch/sitg/accueil.html>



Ainda na Figura 24, exemplifica-se o acesso à aplicação *GeoAmenagement*, que permite aceder à informação relevante em matéria de ordenamento do território (condicionantes, planos, regulamentos, etc.) e efectuar alguns procedimentos complementares (consultas, medições, impressões, etc.).

Face ao nível da informação disponibilizada, às funcionalidades permitidas e ao desempenho das aplicações, considera-se que o SITG constitui um bom exemplo da utilidade dos webSIG como instrumentos de apoio ao planeamento e gestão territorial, tanto na perspectiva da Administração, como na do cidadão.

#### 4.4.2. Aplicação ao sistema de planeamento português

No contexto nacional, a abordagem relativa ao acesso à informação geográfica através da Internet implica uma referência ao Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG)<sup>24</sup> como infra-estrutura nacional de dados espaciais; efectivamente, o SNIG, através do respectivo geoportal, “permite pesquisar, visualizar e explorar a informação geográfica sobre o território nacional, produzida pelas entidades oficiais e também por privados” (SNIG, 2010). Para o efeito, encontra-se estruturado em quatro grandes áreas temáticas: catálogo (para pesquisas sobre informação geográfica), visualizador, aplicações e geocomunidade.

Na Figura 25 apresenta-se a interface do visualizador do SNIG, a cujo conteúdo de base foi adicionado o serviço web do IGP referente à CAOP.

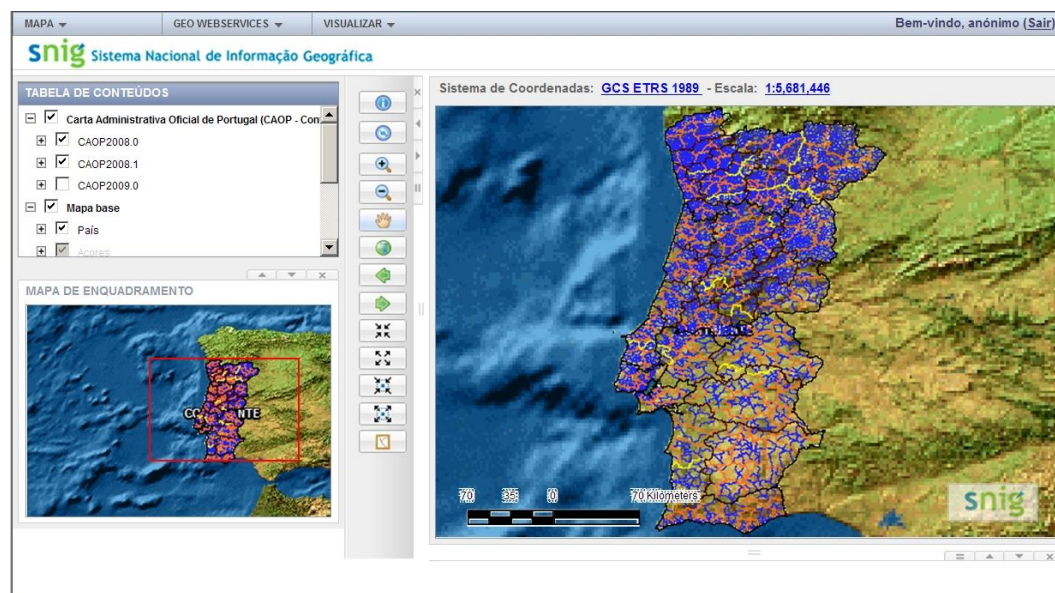


Figura 25 – Interface do visualizador do SNIG.

<sup>24</sup> URL: <http://snig.igeo.pt>

Especificamente concebido para constituir uma plataforma de acompanhamento e avaliação da política de ordenamento do território e urbanismo e dos respectivos instrumentos, o Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT)<sup>25</sup> foi desenvolvido e é gerido pela DGOTDU, no quadro do Portal do Ordenamento do Território e do Urbanismo.

Envolvendo as entidades públicas com responsabilidade na gestão territorial, o SNIT entrou em funcionamento em Janeiro de 2008 e, no que respeita à consulta dos planos de ordenamento do território em vigor, possibilita um acesso simples (para consulta e eventual impressão das plantas e regulamento), um acesso avançado (com funcionalidades de pesquisa, consulta e visualização acrescidas) e o acesso à informação dos IGT através de serviços WMS; na Figura 26 exemplifica-se o recurso ao acesso avançado do SNIT para consulta dos IGT em vigor.

A operacionalidade do SNIT encontra-se ainda em desenvolvimento e incide sobre a valorização quantitativa e qualitativa da informação disponibilizada, bem como a melhoria das funcionalidades proporcionadas, no sentido de reforçar o seu papel como plataforma de conhecimento da dinâmica da gestão territorial em Portugal.

De acordo com o respectivo Sistema de Gestão e Monitorização, o PROT Alentejo deverá, quando plenamente em vigor, ser integrado no SNIT; é também como via de contribuição para esse objectivo que se procedeu, no contexto da presente dissertação, ao desenvolvimento do SIGESPROTA.



Figura 26 – SNIT: consulta da Planta de Ordenamento do PDM de Alvito através do acesso avançado.

<sup>25</sup> URL: <http://www.snit.pt/default.aspx>

Uma das áreas que, a nível nacional, evidencia maior expansão no recurso aos webSIG para acesso aos IGT é a criação de geoportais municipais, correspondendo não apenas à necessidade de agilizar os processos internos e os serviços prestados aos munícipes, mas também para dar cumprimento a disposições legais no sentido de permitir o acesso aos PMOT através da Internet (Lei n.º 56/2007, de 31 de Agosto e Decreto-Lei n.º 46/2009, de 20 de Fevereiro).

Adoptando configurações e funcionalidades bastante diversas, para além de permitir a consulta dos PMOT e dos instrumentos legais que os regulamentam, estes geoportais procuram igualmente tornar mais operacionais procedimentos correntes no contexto das competências municipais, de que são exemplo a emissão de plantas de localização, a georreferenciação dos processos de obras particulares, a análise do PDM no contexto da gestão urbanística, a disponibilização de dados dos municípios em matéria de ambiente, protecção civil, turismo, etc.

Na Figura 27 apresenta-se, com carácter exemplificativo, o geoportal desenvolvido para a Comunidade Intermunicipal do Alto Alentejo (CIMA)<sup>26</sup>, contemplando uma solução global para o conjunto dos municípios abrangidos e uma particularização para cada um deles.

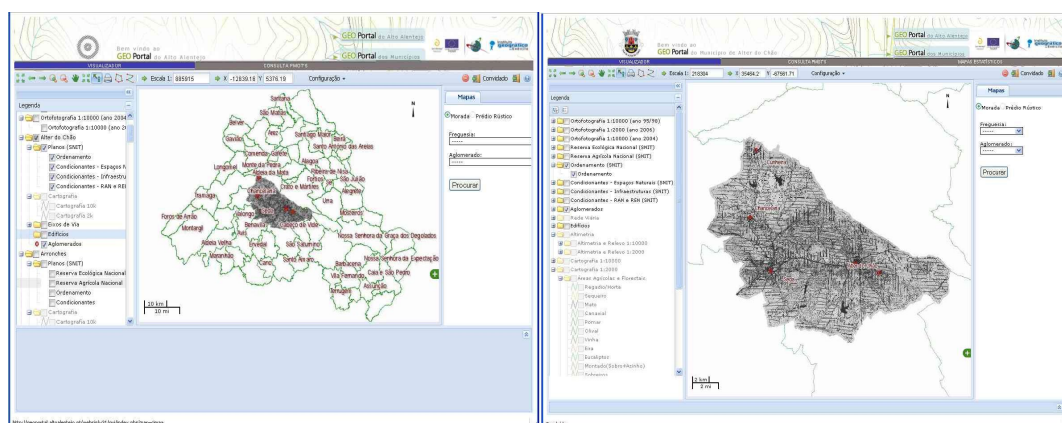


Figura 27 – Geoportal do Alto Alentejo: visualizador global e aplicação para o município de Alter do Chão.

## 4.5. A plataforma webSIG para o SIGESPROTA

### 4.5.1. A escolha da solução

Num processo de selecção da solução a adoptar para implementação de uma plataforma webSIG, diversos factores devem ser tidos em consideração, sendo a sua importância relativa variável segundo a perspectiva de análise. Como referem Peng e Tsou (2003), os

<sup>26</sup> URL: <http://geoportal.altoalentejo.pt/index.php>

responsáveis pela instituição tendem a valorizar factores como os custos de aquisição e manutenção do software e de formação dos técnicos; do ponto de vista do responsável pelo SIG, os factores preponderantes são as funcionalidades proporcionadas, os procedimentos de implementação e utilização e a conectividade e interoperabilidade da solução.

Independentemente do peso relativo dos factores a considerar para a escolha da solução a implementar, importa, acima de tudo garantir que, para além das solicitações comuns, o webSIG permita atender às especificidades da informação que pretende disponibilizar (Silva, 2008).

Relativamente ao desenvolvimento de um webSIG para apoio à gestão e monitorização de instrumentos de gestão territorial, as funcionalidades a garantir abrangem, entre outras mais genéricas, a capacidade de estabelecer hiperligações entre os mapas e informação complementar (metadados, enquadramento regulamentar, etc.), o desenho de uma interface gráfica utilitária e atractiva, a disponibilização de ferramentas de inquirição e análise e a emissão de documentos de apoio aos procedimentos administrativos. Adicionalmente, no caso do webSIG a desenvolver para o SIGESPROTA, deve ser ainda assegurada a interligação com o SNIT.

Enquadrando o desenvolvimento da plataforma webSIG para o SIGESPROTA no contexto da CCDDR Alentejo, é compreensível que a opção tenha recaído sobre o ArcGIS Server, da ESRI, dada a sua fácil articulação com as soluções de SIG *desktop* e de webSIG pré-existentes, assentes também nas soluções da ESRI. De resto, este enquadramento permite mesmo atenuar o principal factor desfavorável a esta opção: o seu elevado custo relativo.

Com efeito, do ponto de vista das funcionalidades disponibilizadas, da facilidade de instalação e utilização, da reduzida curva de aprendizagem, da atractividade da interface, da capacidade evolutiva e da garantia do adequado suporte técnico, a solução ArcGIS Server surgia como bastante ajustada, justificando, assim, a opção tomada.

Como reforço desta opção, assinala-se ainda que, embora assente em tecnologia proprietária, a plataforma ArcGIS Server procura salvaguardar a interoperabilidade das suas soluções e facilitar a partilha da informação, quer implementando as especificações do OGC (designadamente as normas WMS, WFS e WCS), quer proporcionando uma base tecnológica favorável ao desenvolvimento de IDE e, em particular, da Directiva INSPIRE (ESRI, 2010f).

Para um melhor conhecimento da forma como o ArcGIS Server permite a disponibilização na web da informação geográfica, apresentam-se os traços essenciais da respectiva arquitectura; neste contexto, importa ter presente a estrutura genérica dos webSIG, abordada no subcapítulo 4.3.

A Figura 28 traduz a arquitectura do sistema ArcGIS Server, a qual tem, como principais componentes:

- O servidor SIG (*GIS server*), componente nuclear do sistema, equivalente ao servidor de mapas na arquitectura genérica dos webSIG; este servidor aloja os recursos SIG, como mapas, documentos 3D ou procedimentos de análise de redes e disponibiliza-os, como serviços, às aplicações clientes.

O servidor SIG é composto por duas partes distintas: o *server object manager* (SOM) e o(s) *server object container(s)* (SOC). Como sugere o nome, o SOM gere os serviços executados no servidor e, sempre que uma aplicação cliente faz o pedido de um determinado serviço, é o SOM que, efectivamente, o disponibiliza. O SOM liga-se a um ou mais SOC, máquinas que alojam os serviços que o SOM gere.

Dependendo da configuração da arquitectura adoptada, o SOM e o(s) SOC podem estar instalados e ser executados a partir da mesma máquina ou de máquinas diferentes; na solução, relativamente simples, implementada para o SIGESPROTA, o SOM e o SOC foram instalados na mesma máquina.

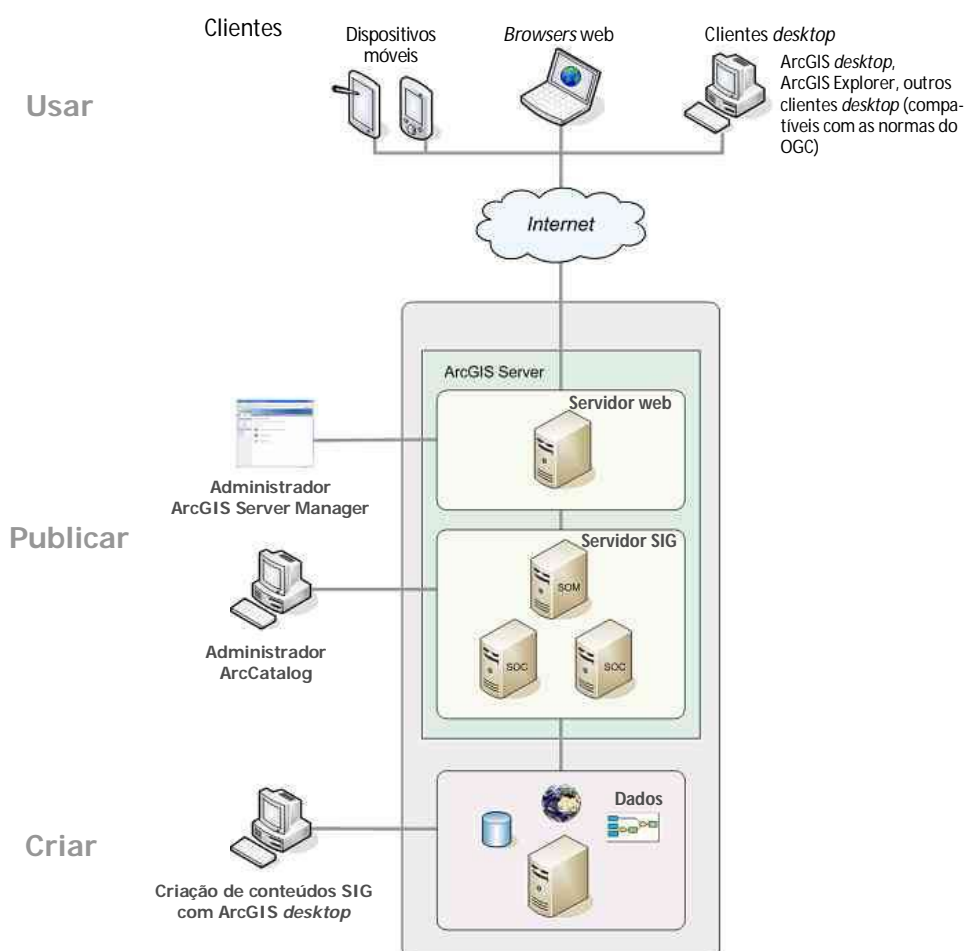


Figura 28 – Arquitectura do sistema ArcGIS Server (Adaptado de ESRI, 2010d).



- O servidor web (*web server*) aloja as aplicações e serviços que usam os recursos a ser executados no servidor SIG; actuando como o servidor aplicacional na arquitectura genérica dos webSIG, o servidor web recebe os pedidos dos clientes, distribui as tarefas pelo servidor SIG e devolve a resposta aos clientes.
- O servidor de dados (*data server*) contem os recursos SIG (mapas, documentos 3D, *geodatabases*, *toolboxes*, etc.) que são publicados como serviços pelo servidor SIG. Esses recursos SIG são previamente preparados pelas aplicações de SIG *desktop*, como, no caso da plataforma ArcGIS, o ArcMap, o ArcCatalog e o ArcGlobe (*ArcGIS Desktop content author*).
- Os clientes são aplicações na web, móveis ou *desktop* que se ligam, por HTTP, aos serviços web ou, via LAN/WAN<sup>27</sup>, a serviços locais do ArcGIS Server.

Para publicar os recursos SIG como serviços, os administradores do ArcGIS Server podem usar, quer o ArcCatalog, quer o ArcGIS Server Manager, que permite ainda a criação de aplicações web e a administração do servidor SIG.

#### **4.5.2. Desenvolvimento da aplicação**

##### **4.5.2.1. Considerações gerais**

Para o desenvolvimento da plataforma webSIG do SIGESPROTA recorreu-se ao ArcGIS Server, a solução actual da ESRI para disponibilização da informação geográfica e de funcionalidades sobre ela aplicáveis através de intranets ou da Internet.

O facto de constituir uma solução integrada com as restantes componentes da plataforma ArcGIS da ESRI, designadamente com as ferramentas *desktop*, facilita a aplicação do fluxo de procedimentos designado por *author-publish-use* (criar-publicar-usar), ou seja:

- Criar conteúdos SIG, através das aplicações de SIG *desktop*;
- Publicar serviços ou aplicações (recursos SIG disponibilizados e acedidos por servidores), através do ArcGIS Server Manager ou do ArcCatalog;
- Usar serviços ou aplicações através de um *browser*, de clientes *desktop* ou de dispositivos móveis.

Este fluxo permite simplificar e acelerar significativamente o processo de disponibilização de informação geográfica na web. Para além disso, o recurso às configurações básicas propostas pelo software (implementação *out-of-the-box*) torna esse processo ainda mais expedito, sem prejuízo de uma posterior reconfiguração e adequação às necessidades progressivamente mais exigentes dos utilizadores; nesse sentido, é possível recorrer, quer a ajustamentos nas configurações disponibilizadas, quer ao desenvolvimento de

---

<sup>27</sup> Acrónimo de *Local Area Network* / *Wide Area Network* (Rede de área local / rede de área alargada).

soluções personalizadas, no âmbito da plataforma ADF (*Application Developer Framework*), usando linguagens e tecnologias como JavaScript, Adobe Flex, Microsoft Silverlight, .NET ou Java (ESRI, 2010e).

A versão do ArcGIS Server 9.3.1. contempla três edições (de acordo com as funcionalidades disponibilizadas: *basic*, *standard* e *advanced*) e dois níveis (de acordo com as capacidades proporcionadas: *workgroup* e *enterprise*) (ESRI, 2009). No desenvolvimento da componente webSIG do SIGESPROTA foi utilizada a versão ArcGIS Server Workgroup Standard 9.3.1.

A disponibilização de informação geográfica através do ArcGIS Server passa pela criação de serviços, entendidos como recursos SIG (mapas, ficheiros em formato *raster*, documentos 3D, ligações a bases de dados geográficos, etc.) alojados no servidor e aos quais as aplicações clientes podem aceder.

Na criação e disponibilização de serviços através do ArcGIS Server, é possível definir um conjunto de capacidades e funcionalidades, consoante a natureza do serviço e nível de interactividade pretendido, a que as aplicações clientes podem aceder. Na Tabela 4 sistematizam-se algumas dessas capacidades/funcionalidades e o tipo de serviço que as viabiliza (ESRI, 2010g).

| Capacidade/<br>Funcionalidade | Descrição   | Tipo de serviço que a<br>viabiliza                                    |
|-------------------------------|---|---|
| Geocodificação                | Permite aceder a um localizador de endereços.   | Serviço de geocodificação   |
| Geoprocessamento              | Permite o acesso a modelos de geoprocessamento a partir de temas contendo ferramentas elaboradas através do <i>ArcToolbox</i> . Esta capacidade é sempre activada na criação de um serviço de geoprocessamento. | Serviço de geoprocessamento<br>Serviço de mapas                       |
| Acesso ao formato imagem      | Permite o acesso a documentos em formato <i>raster</i> .  | Serviços de imagem  |
| KML                           | Permite a criação de elementos geográficos em formato KML.  | Serviço de mapas  |
| Acesso ao formato mapa        | Permite o acesso ao conteúdo de documentos em formato mapa. Esta capacidade é sempre activada na criação de um serviço de mapas.  | Serviço de mapas  |
| Análise de redes              | Aplica procedimentos de análise de redes, usando a extensão <i>Network Analyst</i> .  | Serviço de mapas  |
| WMS                           | Permite a criação de serviços compatíveis com a especificação WMS do OGC.   | Serviço de imagem<br>Serviço de mapas                                 |
| WFS                           | Permite a criação de serviços compatíveis com a especificação WFS do OGC.   |   |
| WCS                           | Permite a criação de serviços compatíveis com a especificação WCS do OGC.   | Serviço de dados geográficos<br>Serviço de imagem<br>Serviço de mapas |

Tabela 4 – Algumas das capacidades/funcionalidades que os serviços web podem permitir (adaptado de ESRI, 2010g).

Para além das suas potencialidades como serviços disponibilizados através da web, os serviços podem igualmente servir de base à criação de aplicações para acesso à informação através de *browsers*. Recorrendo às funcionalidades proporcionadas pelo ArcGIS Server Manager, este processo é relativamente simples e intuitivo, embora os resultados possam ser visual e funcionalmente limitados; todavia, esta situação é ultrapassável com o recurso à plataforma de desenvolvimento ADF.

No processo de criação de aplicações web podem considerar-se quatro fases principais:

- Seleccionar os temas e recursos a incluir no mapa;
- Configurar as tarefas, estabelecendo as funcionalidades a disponibilizar, como a edição ou o geoprocessamento;
- Definir o aspecto e elementos auxiliares da aplicação, como a tabela de conteúdos, o mapa de enquadramento ou a barra de escala;
- Ultime a aplicação para entrada em uso.

#### **4.5.2.2. Procedimentos efectuados**

Tomada a opção de recorrer ao ArcGIS Server para o desenvolvimento da aplicação webSIG para o SIGESPROTA, teve início um conjunto de procedimentos no sentido de concretizar esse objectivo.

Uma das principais funcionalidades do SIGESPROTA consiste na disponibilização da informação geográfica fundamental do PROT Alentejo, entendida, recorde-se, como a informação geográfica de suporte directo ao Modelo e Sistemas Territoriais. Para assegurar este objectivo, foram aplicados os procedimentos referidos no Capítulo 3, respeitante à organização da informação geográfica e à correspondente estruturação do Modelo de Dados. Na sequência desses procedimentos, de que a criação do *File Geodatabase* "PROT\_Alentejo.gdb" é um dos resultados, procedeu-se à criação dos nove ficheiros, em formato .mxd, que asseguram a criação dos nove mapas identificados na Figura 8, e que se apresentam no Anexo A.

Considerando que a aplicação webSIG visa a disponibilização, sob a forma de serviço web, da informação geográfica do SIGESPROTA, e atendendo à arquitectura e forma de funcionamento do ArcGIS Server, seria esperável a utilização directa dos referidos documentos .mxd para publicação como serviços. Tal não sucedeu, pois a sua preparação implica diferentes opções gráficas e de conteúdo, consoante o objectivo seja a impressão ou a publicação como serviços web.

Assim, como procedimento inicial no desenvolvimento da aplicação webSIG, foi necessário criar uma versão reformulada dos ficheiros .mxd, susceptível de se ajustar às

especificidades associadas à publicação como serviços web.

Como auxiliar no processo de adequação à publicação como serviço web, foi utilizada a ferramenta *Map service publishing*, disponibilizada pelo ArcMap e que analisa o mapa, evidenciando erros a corrigir, avisos de potenciais problemas e mensagens com sugestões para melhoria do desempenho.

Para além desta análise e subseqüentes ajustamentos, os documentos .mxd foram também submetidos a um processo de definição de escalas de visualização dos temas geográficos, de simplificação da simbologia (preservando, no entanto, a identificação com a simbologia usada nos mapas que integram o “Relatório Fundamental do PROT Alentejo”) e de reestruturação da ordem e grau de transparência da representação gráfica.

Foi ainda retirada de todos os ficheiros .mxd a informação de base e enquadramento, que passou a integrar um ficheiro .mxd específico, susceptível de originar também um serviço específico, evitando a duplicação de informação.

Um segundo procedimento correspondeu à instalação do ArcGIS Server (variante para *Microsoft .NET Framework*) versão *Workgroup Standard* 9.3.1; dado o seu carácter experimental e de ensaio, esta instalação foi efectuada em ambiente virtual, numa máquina criada na plataforma WMware<sup>28</sup>, em concordância, aliás, com o referido em ESRI, 2010c.

O processo de instalação revelou-se razoavelmente expedito, tanto mais que se encontra bem documentado (ESRI, 2010b) e que, em regra, foram mantidas as configurações e parâmetros propostos para a instalação típica.

Para dar início à efectiva utilização do ArcGIS Server, foi necessário alojar no servidor de dados a informação geográfica e conteúdos a disponibilizar sob a forma de serviços; nesta fase, estes recursos correspondem ao *File Geodatabase* “PROT\_Alentejo.gdb” e conteúdos SIG associados, aos ficheiros .mxd (na “versão web”) e à informação complementar, constituída pelos metadados e “documentos normativos” do PROT Alentejo.

O quarto procedimento respeita à criação, com recurso ao ArcGIS Server Manager, dos serviços como componentes do SIGESPROTA (Figura 29). Foram criados nove serviços, correspondentes ao conteúdo dos nove mapas integrados no “Relatório Fundamental do PROT Alentejo” (ver Figura 8) e, ainda, dois serviços adicionais: um incide especificamente sobre a informação de base e enquadramento e destina-se a ser utilizado em conjugação com um (ou vários) dos serviços “temáticos”; outro, é um serviço global, que permite sintetizar toda a informação geográfica de suporte ao Modelo e

---

<sup>28</sup> Informações complementares sobre a plataforma WMware disponíveis em <http://www.vmware.com/>.

Sistemas Territoriais do PROT e que se configura como elemento nuclear do SIGESPROTA.

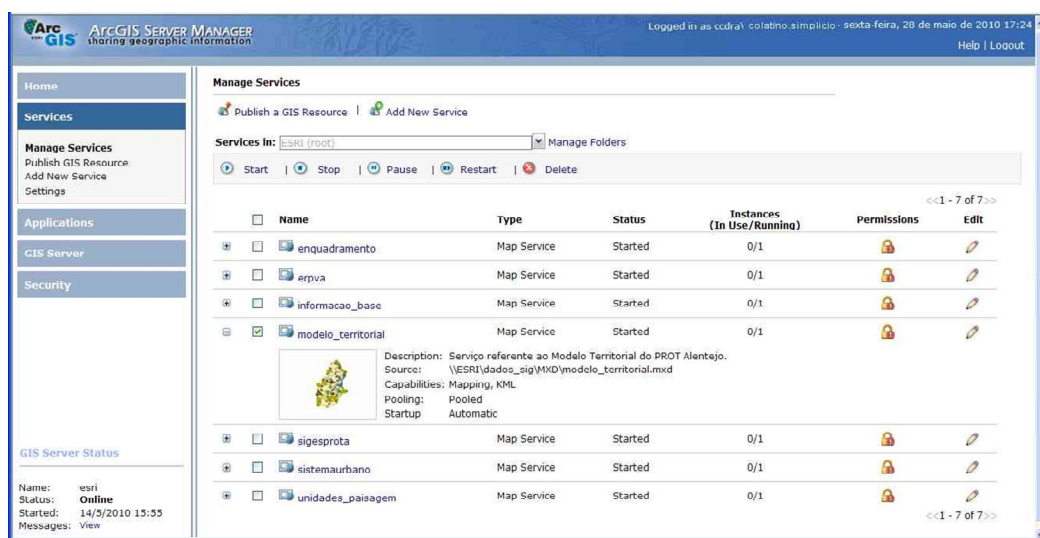


Figura 29 – Interface do ArcGIS Server Manager para criação/gestão de serviços web.

Procedimento complementar da criação dos serviços, a criação das aplicações web seguiu idêntica lógica; a excepção diz respeito à informação de base e enquadramento, que não deu origem a uma aplicação específica por se considerar mais ajustada a sua integração em cada uma das aplicações.

Neste processo, foram disponibilizadas algumas funcionalidades, como a pesquisa por atributos, a impressão da informação, e a possibilidade de aceder ao sítio da Internet da CCDDR Alentejo (geral) e do PROT Alentejo; no entanto, mais relevante para o processo de gestão e avaliação deste instrumento de gestão territorial é a possibilidade de aceder aos metadados da informação geográfica disponibilizada e ao conteúdo dos “documentos normativos” aplicáveis.

#### 4.6. Avaliação dos resultados

O recurso ao ArcGIS Server para criação da aplicação webSIG do SIGESPROTA revelou-se, mesmo num contexto em que foram sobretudo implementadas as opções propostas pelo software, bastante ajustado aos objectivos pretendidos. Com efeito, quer no acesso às funcionalidades do ArcGIS Server para partilha da informação geográfica, quer na efectiva criação e gestão das soluções para concretizar essa partilha, as interfaces disponíveis são simples, mas explícitas, sendo relativamente intuitiva a formulação dos procedimentos a executar.

Relativamente aos serviços criados, importa referir a versatilidade demonstrada, tanto na disponibilização dos serviços para acesso via web e utilização em soluções SIG *desktop*,

como na criação das aplicações web que permitem aceder à informação geográfica através de um simples *browser*.

Também as aplicações criadas, embora recorrendo fundamentalmente aos modelos propostos, se revelaram gráfica e funcionalmente ajustadas aos objectivos visados, nesta fase, com o SIGESPROTA. As ferramentas de navegação e as tarefas disponibilizadas asseguram boas condições para o acesso e consulta da informação. Todavia, uma posterior personalização, a efectuar num futuro desenvolvimento dos trabalhos, poderá reforçar ainda a funcionalidade proporcionada.

Na Figura 30 apresenta-se a visualização da aplicação “SIGESPROTA”, que corresponde ao acesso, via web, ao conjunto da informação geográfica de suporte ao Modelo e Sistemas Territoriais do PROT; dado viabilizar, igualmente, a consulta dos respectivos metadados e “documentos normativos”<sup>29</sup>, considera-se que constitui, conjuntamente com o correspondente serviço, uma estrutura fundamental do SIGESPROTA como instrumento de apoio à gestão e avaliação do PROT Alentejo.



Figura 30 – Visualização da aplicação “SIGESPROTA”, através da qual é possível aceder à informação geográfica de suporte ao PROT Alentejo.

São também positivas as semelhanças com o ambiente ArcGIS *desktop*, exemplificadas pelo acesso aos metadados a partir da resposta a uma consulta com a ferramenta “*identify*” (Figura 31).

<sup>29</sup> Os procedimentos referentes à criação dos metadados e dos “documentos normativos” foram tratados, respectivamente, nos pontos 3.2.2 e 3.4.

Nas aplicações criadas com o ArcGIS Server, o acesso a documentos complementares da informação geográfica (metadados, instrumentos de gestão associados, documentos regulamentares, imagens, etc.) é efectuado através do estabelecimento de hiperligações, cujo endereço é inserido em novos campos criados, em ambiente *desktop*, na respectiva tabela de atributos.

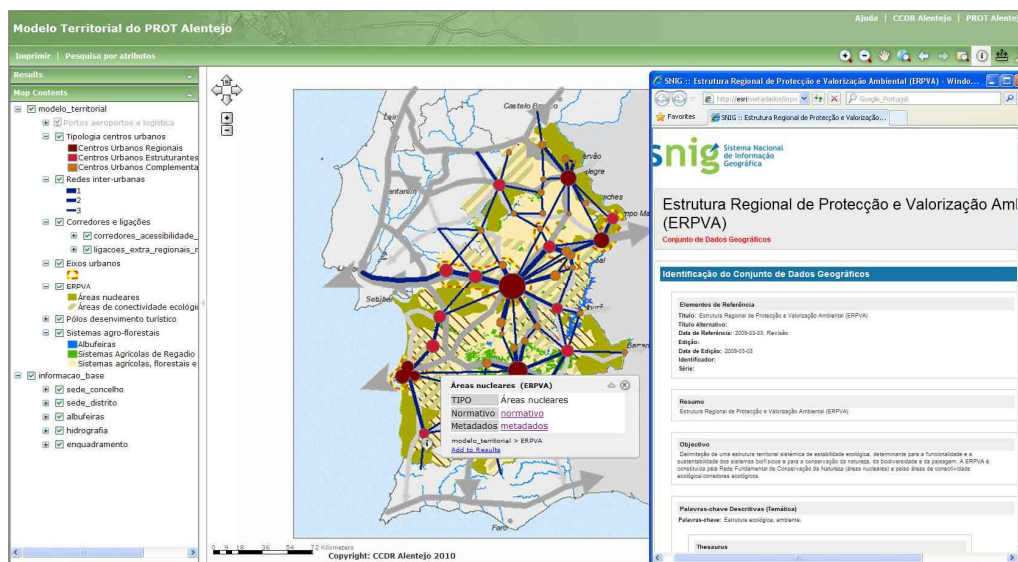


Figura 31 – Acesso aos metadados referentes à ERPVA, a partir da consulta da aplicação “Modelo Territorial do PROT Alentejo”.

Para além das funcionalidades auxiliares do processo de navegação para consulta e exploração da informação disponibilizada, o ArcGIS Server fornece igualmente ferramentas complementares que conferem às aplicações capacidades adicionais. É o caso da ferramenta “*measure*”, que permite a medição interactiva de distâncias, perímetros e áreas e a indicação das coordenadas geográficas; outro exemplo é a disponibilização de um mapa de enquadramento, que permite localizar a área em visualização no contexto global; este mapa pode ser definido em modo dinâmico, o que permite arrastar e redimensionar a caixa que marca a área visualizada.

Estas funcionalidades são exemplificadas na Figura 32, referente ao processamento, sobre a aplicação “SIGESPROTA”, da medição da área de um polígono na zona envolvente da Albufeira de Alqueva e da consulta do conteúdo dos documentos normativos aplicáveis às classes de uso identificadas nos sistemas territoriais abrangidos pela área em análise.



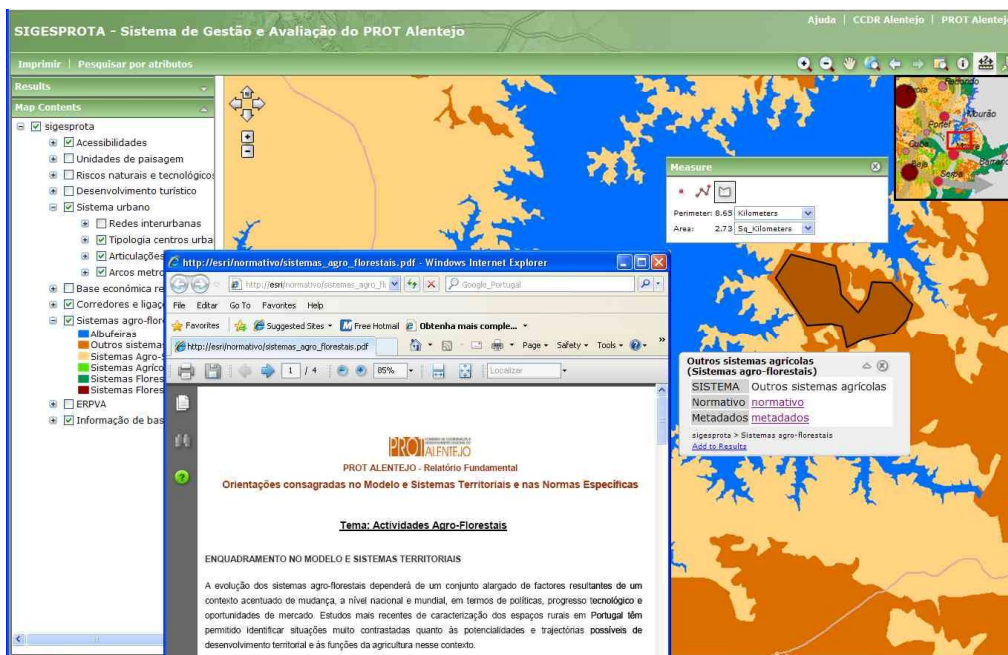


Figura 32 – Uso de ferramentas de medição e consulta do conteúdo normativo, para uma área delimitada sobre a aplicação SIGESPROTA.

Deve ainda salientar-se um comportamento satisfatório da aplicação SIGESPROTA na realização da pesquisa por atributos, uma das tarefas configuráveis no processo de criação das aplicações. Na Figura 33, apresenta-se o resultado da pesquisa pelo atributo “Montado”; como se verifica, as áreas que correspondem ao atributo pesquisado são individualizadas no mapa e na tabela de resultados, sendo possível efectuar “zoom” ou “pan” para uma área específica.

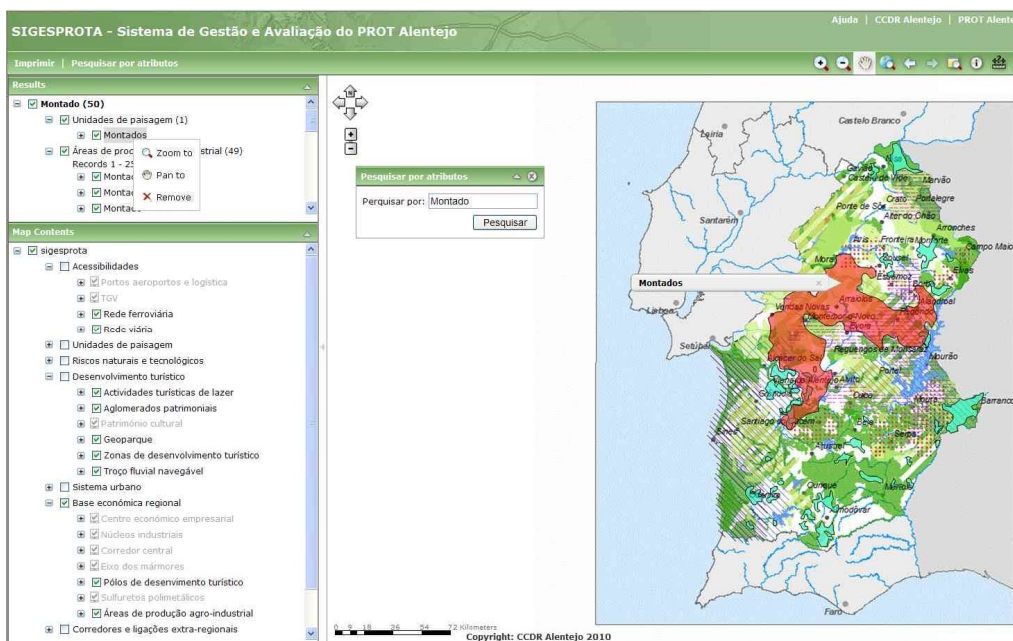


Figura 33 – Resultados da pesquisa pelo atributo “Montado”, na aplicação SIGESPROTA.



Para além das funcionalidades dos serviços e aplicações web apresentadas, as potencialidades do ArcGIS Server como plataforma para disponibilização e partilha da informação geográfica incluem, como evidenciado na Tabela 4, outras capacidades. Relativamente à disponibilização da informação integrada no SIGESPROTA, essas capacidades foram aplicadas através da criação de serviços WMS, que permitem o acesso à informação por aplicações SIG *desktop* clientes (Figura 34) e a criação de serviços KML, que viabilizam a consulta através do programa *Google Earth* (Figura 35).

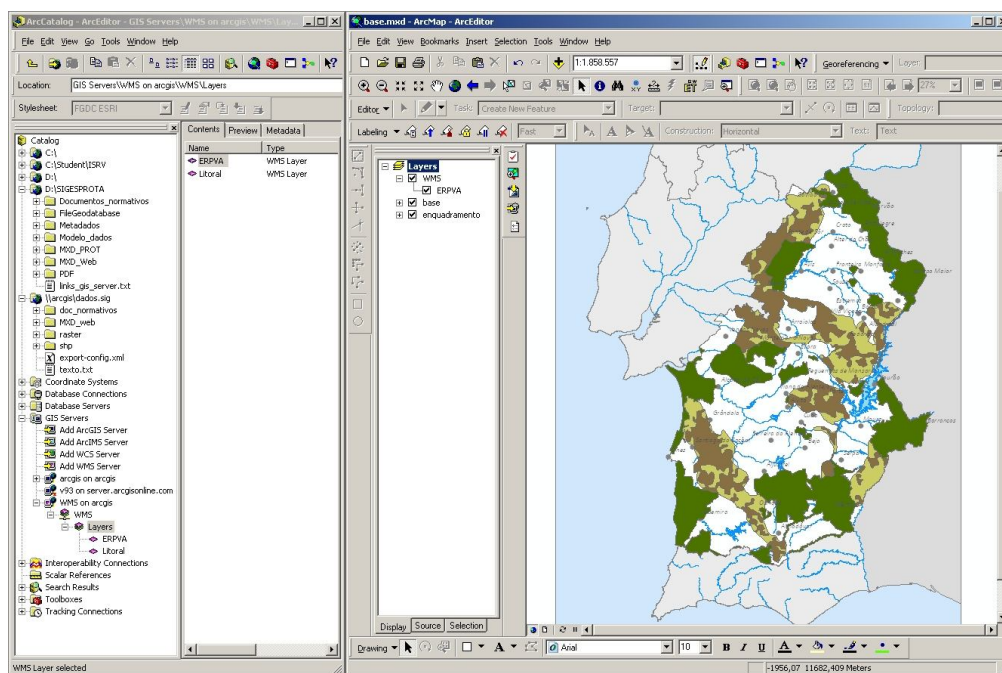


Figura 34 – Integração do serviço WMS referente à ERPVA no ambiente ArcGIS *desktop*.

Ambas as funcionalidades são facilmente implementáveis, pois constituem opções disponibilizadas no contexto da criação dos serviços web, através do ArcGIS Server Manager; de facto, no processo de selecção e configuração das funcionalidades que se pretende que o serviço implemente, é possível activar a criação de serviços WMS e KML e configurar alguns parâmetros desses serviços, tendo em conta, nomeadamente, o conteúdo da informação a disponibilizar e a definição de restrições de acesso.

Da criação dos serviços WMS ou KML resulta a definição dos respectivos URL, através dos quais as aplicações clientes acedem à informação a disponibilizar; assim, basta a simples divulgação destes URL junto dos potenciais utilizadores para viabilizar o efectivo acesso aos serviços. De referir que nos serviços criados são mantidas as hiperligações estabelecidas, pelo que, para além do acesso ao mapa, no caso da informação integrada no SIGESPROTA, é também possível consultar os metadados e documentos normativos.

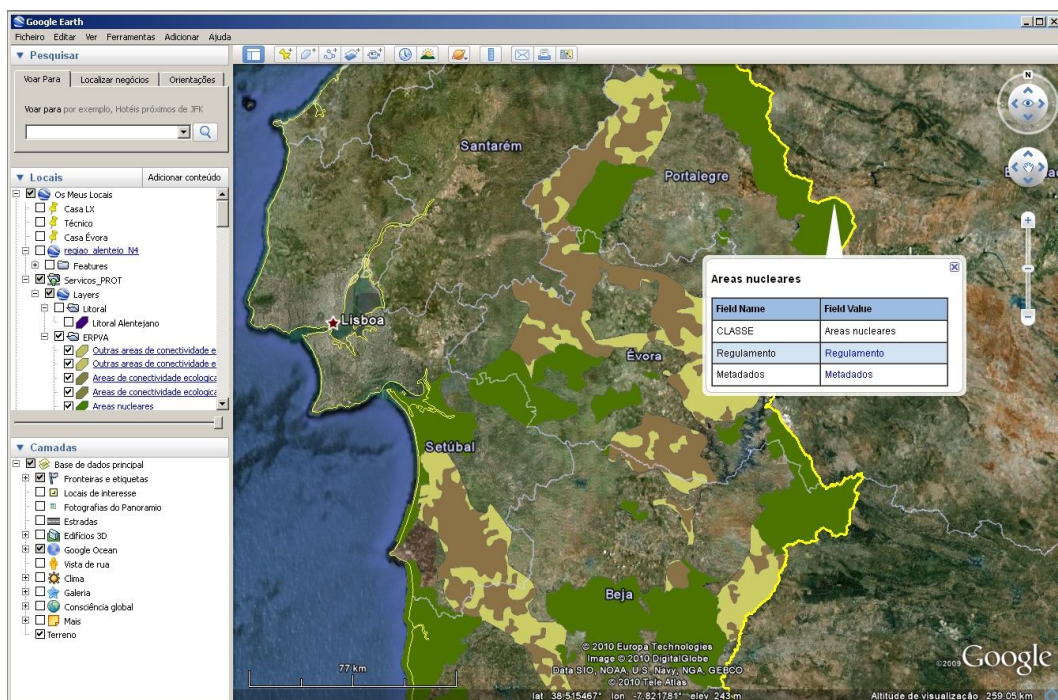


Figura 35 – Consulta da informação referente à ERPVA no *Google Earth*, através do acesso ao respectivo serviço KML.

Face às funcionalidades disponibilizadas, por omissão, pelo ArcGIS Server Manager, outras poderiam também ter sido asseguradas para obter (sem necessidade de programação, evidentemente) resultados mais personalizados; é o caso da limitada opção na selecção da barra de escala, da indicação permanente das coordenadas geográficas ou da possibilidade de alterar a designação de sectores (“Conteúdo do mapa” em vez de “*Map contents*”).

Numa apreciação global, o recurso ao ArcGIS Server revelou-se bastante adequado aos objectivos pretendidos no âmbito do SIGESPROTA, em resultado da flexibilidade evidenciada na criação, gestão e exploração dos serviços e aplicações e da funcionalidade e desempenho proporcionados.

#### 4.7. Conclusões do capítulo

O desenvolvimento do presente capítulo permitiu evidenciar que as funcionalidades proporcionadas pelo recurso à tecnologia dos webSIG conduziram, ao longo dos últimos anos, à generalização do acesso à informação geográfica a um vasto e diversificado universo de utilizadores e que essa evolução se reflectiu também na articulação entre os SIG e o planeamento e ordenamento do território.

Em termos de evolução, regista-se uma tendência para que as soluções de distribuição de informação geográfica na web contribuam para um mais fácil e esclarecido

relacionamento entre a Administração e os cidadãos; é neste âmbito que os webSIG tendem a assumir um papel determinante.

No contexto dos grandes espaços geográficos, a difusão e acesso à informação geográfica relevante para o planeamento e gestão territorial e ambiental apresenta uma estreita articulação com os sistemas e plataformas concebidos e estruturados para viabilizar esse objectivo: as IDE e os Geoportais. De igual forma, uma das áreas que, a nível nacional, evidencia maior expansão no recurso aos webSIG para acesso aos IGT é a criação de geoportais municipais.

Num processo de desenvolvimento de um webSIG para apoio à gestão e monitorização de instrumentos de gestão territorial, importa garantir um conjunto de funcionalidades, nomeadamente a capacidade de estabelecer hiperligações entre os mapas e a informação complementar (metadados, enquadramento regulamentar, outros planos, etc.), o desenho de uma interface gráfica utilitária e atractiva, a disponibilização de ferramentas de interrogação e análise e a emissão de documentos de apoio aos procedimentos administrativos.

Nesta ordem de ideias, o recurso ao ArcGIS Server para criação da plataforma webSIG do SIGESPROTA revelou-se, mesmo num contexto em que foram sobretudo implementadas as opções propostas pelo software, bastante ajustado aos objectivos pretendidos. Efectivamente, tanto no acesso às funcionalidades para partilha da informação geográfica, como na efectiva criação e gestão das diversas soluções para concretizar essa partilha e explorar as potencialidades proporcionadas, as interfaces disponíveis são simples, mas explícitas, sendo relativamente intuitiva a implementação dos procedimentos necessários.

Por outro lado, a flexibilidade evidenciada pelo ArcGIS Server na criação e gestão dos serviços e aplicações permite que, mesmo nos casos de disponibilização de maior volume e diversidade de informação geográfica, se assegure um bom desempenho do sistema; conjugando este factor com a aceitável atractividade visual das aplicações e com as capacidades de interoperabilidade proporcionadas pela implementação de especificações do OGC, pode concluir-se que as potencialidades da plataforma ArcGIS Server a tornam uma boa opção para o desenvolvimento de webSIG para partilha da informação geográfica, particularmente em matéria de planeamento e gestão territorial.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1. Análise e discussão dos resultados obtidos**

Para a avaliação dos resultados alcançados com a realização do presente trabalho devem tomar-se como referência os objectivos e as premissas subjacentes à sua realização e estruturação.

Como pilar desse referencial, foi salientada a necessidade de dar cumprimento a uma exigência regulamentarmente definida, através da estruturação e implementação do SIGESPROTA, entendido como o SIG que assegura uma das componentes do Sistema de Gestão e Monitorização do PROT Alentejo.

Por outro lado, pretendia-se igualmente estruturar o vasto e diversificado volume de informação geográfica recolhida no âmbito do processo de elaboração do PROT, tendo em vista, para além da constituição do SIGESPROTA, proceder à incorporação da informação mais relevante no SIG geral da CCDRA.

Efectivamente, as funcionalidades associadas à utilização dos SIG como instrumentos de apoio à elaboração dos instrumentos de planeamento e gestão territorial não tiveram, ao longo do processo de elaboração do PROT Alentejo, o desejável nível de aplicação; por outro lado, a gestão da informação privilegiou a premência da resposta, em detrimento da adequada estruturação. Nesse sentido, pretendia-se atenuar essas limitações no contexto do respectivo Sistema de Gestão e Monitorização e foi nesta perspectiva que se enquadrou o desenvolvimento do SIGESPROTA.

Para que a informação geográfica resultante do processo de elaboração do PROT Alentejo pudesse suportar o desenvolvimento do SIGESPROTA, foi necessário aplicar um conjunto de procedimentos susceptíveis de lhe conferir as condições e a capacidade para a sua incorporação no sistema.

Assim, um procedimento inicial consistiu na identificação e selecção da informação fundamental para o SIGESPROTA, entendida como a que mais directamente suporta o Modelo e Sistemas Territoriais e é objecto de incidência das Normas Orientadoras, nos termos consagrados no “Relatório Fundamental do PROT Alentejo”.

O fluxo de procedimentos adoptado, que abrangeu, nomeadamente, a organização da informação segundo as componentes do Modelo e Sistemas Territoriais do PROT, a correcção de erros de topologia, a criação de metadados e a uniformização e transformação do sistema de coordenadas, culminou com a criação do *File Geodatabase* “PROT\_Alentejo.gdb”.

Em resultado desses procedimentos, considera-se assegurado um dos objectivos

estabelecidos com a realização do presente trabalho, dado que, entre outros factores:

- A informação geográfica fundamental no contexto do PROT foi claramente identificada e separada da informação acessória e de versões intercalares;
- Foi efectuada a correcção topológica dessa informação e aplicado um processo de generalização cartográfica que a tornou mais compatível com a sua integração no contexto de um instrumento de gestão territorial de incidência regional;
- Foi uniformizado o sistema de coordenadas e adoptado o novo sistema oficial proposto pelo IGP para Portugal Continental (ETRS89 / PT-TM06);
- A informação passou a ter associados os respectivos metadados, importantes para os utilizadores internos da CCDR Alentejo, mas particularmente relevantes ou mesmo determinantes no contexto da disponibilização através dos serviços e aplicações web, designadamente no âmbito da prevista integração do PROT Alentejo no SNIT;
- Foram criados, a partir do Relatório Fundamental do PROT, os documentos que sintetizam o contexto e as normas orientadoras aplicáveis às componentes da informação geográfica consideradas, no sentido de facilitar o acesso e disponibilização do respectivo enquadramento “normativo”;
- A organização da informação geográfica fundamental do PROT no *File Geodatabase* “PROT\_Alentejo.gdb” corresponde à implementação de uma eficiente estrutura dos dados, melhorando o desempenho e a versatilidade no uso e gestão dessa informação. Com efeito, a opção por este modelo de organização da informação geográfica, baseada no facto de se inserir na plataforma ArcGIS, em uso na CCDR Alentejo, revelou-se adequada ao cumprimento dos objectivos visados, nesta fase, com o SIGESPROTA; para além disso, o recurso a funcionalidades ainda não aplicadas (como é o caso da definição de diferentes perfis de acesso ou edição dos dados) permite fazer face a crescentes exigências colocadas por futuros desenvolvimentos do sistema.

Saliente-se que para a CCDR Alentejo este é um resultado relevante, não apenas no contexto do SIGESPROTA, mas também na perspectiva do reforço do seu SIG geral. De resto, um outro reflexo positivo dos procedimentos efectuados traduziu-se na introdução de alterações processuais em matéria de gestão da informação geográfica no âmbito da instituição; um desses exemplos é a implementação de rotinas que assegurem a criação, para a informação geográfica a integrar no SIG, dos respectivos metadados normalizados, de acordo com as directrizes consagradas em instrumentos como a Directiva INSPIRE e o Perfil Nacional de Metadados; outro, foi desencadear a aplicação das recomendações do IGP para adopção do ETRS89-PT-TM06 como sistema de

referência para Portugal Continental.

Uma segunda componente estruturante associada ao desenvolvimento do SIGESPROTA diz respeito à criação e operacionalização da respectiva interface para a Web; através desta componente, pretendeu-se cumprir o objectivo de facilitar o conhecimento do conteúdo documental e a aplicação das orientações e normas definidas no PROT, conferindo ao SIGESPROTA a dinâmica que as actuais condições tecnológicas possibilitam em termos de difusão e partilha da informação geográfica.

Considera-se que os resultados proporcionados pela componente web do SIGESPROTA, mesmo tendo em conta o seu carácter preliminar, permitem que ela constitua um instrumento importante na gestão, análise e partilha da informação geográfica e no apoio à tomada de decisões e possa contribuir para a futura inserção do PROT Alentejo no SNIT.

Quanto ao recurso ao ArcGIS Server para o desenvolvimento da aplicação webSIG do SIGESPROTA, ele revelou-se, mesmo num contexto em que foram sobretudo implementadas as opções propostas pelo software, bastante ajustado aos objectivos pretendidos. Para isso contribui a funcionalidade e versatilidade demonstradas, tanto na criação e disponibilização dos serviços para acesso via web e utilização em soluções SIG *desktop*, como no desenvolvimento das aplicações que permitem aceder à informação geográfica através de um *browser*; na mesma ordem de ideias se inserem as capacidades de interoperabilidade proporcionadas pela implementação de especificações do OGC, facilitando a consulta e a partilha da informação.

Neste contexto, a flexibilidade evidenciada pelo ArcGIS Server na criação e gestão dos serviços e aplicações permite que a vertente web do SIGESPROTA assegure um bom desempenho do sistema e corresponda às exigências que actualmente incidem sobre os instrumentos de planeamento e gestão territorial. Para além disso, a posterior personalização e introdução de novas funcionalidades, a efectuar num futuro desenvolvimento dos trabalhos, poderá reforçar ainda a operacionalidade da solução apresentada.

## **5.2. Limitações da metodologia aplicada**

Para o desenvolvimento do SIGESPROTA foi adoptada a plataforma ArcGIS, tanto na componente *desktop*, como na interface para a web, por ser nessa tecnologia que se encontra estruturado o SIG geral da CCDR Alentejo.

Tratando-se de um produto comercial integrado e amplamente difundido, a plataforma ArcGIS permite um contexto fortemente apoiado para o desenvolvimento de soluções e sistemas susceptíveis de corresponder aos diversos níveis de exigência colocados aos

SIG, quer na sua vertente “convencional”, quer nas variantes que as novas tecnologias permitem e induzem. Porém, este contexto tem nos elevados custos de aquisição e manutenção do software ou da contratualização de apoio complementar um factor que se pode revelar bastante limitativo.

Dado que o desenvolvimento do SIGESPROTA não exigiu a aquisição de novas licenças, a questão dos elevados custos relativos do software surge atenuada, pelo menos enquanto um eventual aprofundamento da solução proposta para a componente web não colocar novas e mais complexas exigências.

Tendo em conta que o SIGESPROTA procura responder à dupla vertente de instrumento de apoio à gestão do PROT Alentejo, no âmbito das competências da CCDR Alentejo, e de plataforma web para facilitar o seu acesso e disponibilização, é compreensível que as limitações evidenciadas afectem diferentemente uma ou outra destas componentes.

Assim, em termos de gestão do plano, nem sempre a informação geográfica incorporada no SIGESPROTA apresenta o desejável aprofundamento do conteúdo dos metadados, sobretudo no que respeita aos procedimentos adoptados para incorporação dos contributos das diversas entidades envolvidas na elaboração do PROT; tal deve-se à construção dos metadados *a posteriori*, e não no processo de recolha e preparação da informação.

Relativamente ao desenvolvimento da plataforma web do SIGESPROTA, deve referir-se que, perante o reduzido tempo disponível para uma completa exploração das funcionalidades do ArcGIS Server, se optou pela implementação preferencial dos parâmetros e configurações definidos por omissão pelo software; embora assegurando os objectivos pretendidos, esta opção limitou as capacidades de personalização das soluções desenvolvidas nesta fase dos trabalhos, embora se afigure relativamente fácil de ultrapassar em fases posteriores.

As poderosas funcionalidades proporcionadas pelo recurso ao ArcGIS Server para o desenvolvimento da plataforma web podem não ter apenas nos elevados custos associados a essa opção (comparativamente com soluções *open source*) um reflexo potencialmente limitativo. De facto, essas funcionalidades podem igualmente implicar a necessidade de recorrer a configurações do servidor mais exigentes, em termos da capacidade de processamento, do que as sugeridas pelo fabricante, para que o desempenho não seja prejudicado.

Deve referir-se, ainda, que a plataforma web do SIGESPROTA foi apenas utilizada num contexto de ensaio no âmbito da intranet da CCDR Alentejo; não foi, por isso, avaliado o desempenho proporcionado pela sua disponibilização em contexto real, através da Internet.

### **5.3. Propostas de desenvolvimento futuro**

Na fase inicial da realização do presente trabalho, era previsível, a curto prazo, a aprovação e entrada em aplicação do PROT Alentejo. A preparação do SIGESPROTA como uma das componentes do respectivo Sistema de Gestão e Monitorização pretendia disponibilizar atempadamente um instrumento de apoio à gestão e acompanhamento do plano, quer internamente no âmbito das atribuições da CCDR Alentejo, quer num contexto alargado, através de plataformas como o SNIT.

Porém, a aprovação do PROT Alentejo não ocorreu antes da conclusão do trabalho, o que obrigou a remeter alguns procedimentos para fases posteriores do seu desenvolvimento.

Assim, uma das vertentes a desenvolver futuramente passa pela aplicação do SIGESPROTA num quadro de efectivo instrumento de apoio à gestão do PROT; esse contexto permitirá uma avaliação mais concreta das funcionalidades disponibilizadas, conduzindo à eventual necessidade de proceder a ajustamentos no sentido de melhor corresponder às expectativas dos utilizadores e que a actual configuração de ensaio não evidenciou, nomeadamente no que respeita ao desempenho da plataforma webSIG.

Outro procedimento cuja implementação está condicionada à aprovação do PROT consiste na sua integração nos sistemas de acompanhamento e avaliação da política de ordenamento do território, de que o Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT) representa, a nível nacional, a maior referência; de resto, a disponibilização para consulta dos instrumentos de gestão territorial através do SNIT decorre do disposto na legislação, nomeadamente no Decreto-Lei n.º 46/2009, de 20 de Fevereiro.

Considerando que, no processo de elaboração do SIGESPROTA, a integração do PROT Alentejo no SNIT constituiu uma referência permanente, traduzida, como foi referido, pela aplicação das directrizes consagradas em instrumentos como a Directiva INSPIRE e o Perfil Nacional de Metadados e pela adopção do ETRS89-PT-TM06 como sistema de referência, a concretização dessa integração, após a aprovação do plano, deverá estar relativamente facilitada.

Uma terceira área em que o desenvolvimento futuro dos trabalhos deverá incidir, e que se articula, de resto, com a integração do PROT Alentejo nos sistemas e infra-estruturas de observação territorial, é o reforço do conteúdo actual dos metadados, não apenas no sentido de atenuar a limitação referida no ponto anterior, mas também para melhorar o ajustamento ao Perfil Nacional de Metadados.

Como referência final e, neste caso, não directamente dependente da aprovação do PROT, salienta-se a disponibilização através das aplicações web do SIGESPROTA de novas ferramentas e funcionalidades, no sentido de lhes conferir maior operacionalidade



ou de introduzir um maior grau de personalização do que o proporcionado pelas configurações definidas por omissão.

Este objectivo implica um melhor conhecimento das funcionalidades do ArcGIS Server para desenvolver capacidades e opções mais ajustadas às necessidades dos utilizadores, pelo que será também uma futura disponibilização progressiva a um universo mais alargado de potenciais utilizadores que permitirá evidenciar essas necessidades e motivará a aplicação dos procedimentos que lhes permitam dar resposta.

Como se verifica, a referência às linhas de desenvolvimento futuro do SIGESPROTA como instrumento de apoio à gestão e avaliação do PROT Alentejo inserem-se, sobretudo, na perspectiva de ir ao encontro das necessidades dos utilizadores (internos ou externos à CCDRA). É nesta perspectiva que se enquadra a disponibilização de novas funcionalidades e o reforço dos mecanismos de acesso e partilha da informação geográfica relevante no contexto do PROT; a sua concretização passa pelo fortalecimento das aplicações e serviços web já desenvolvidos e pela sua efectiva disponibilização, quer através da página web da CCDRA, quer no quadro das IDE e dos sistemas de informação territorial, com destaque para o SNIT.

Finalmente, e projectada para um horizonte temporal posterior, considera-se dever ser equacionada a migração das funcionalidades associadas ao SIGESPROTA, reconfigurando-as para implementação sobre soluções sem custos de licenciamento; de facto, embora a opção pela plataforma ArcGIS tenha proporcionado, como foi referido, resultados satisfatórios, o referencial da redução de encargos não deve deixar de colocar-se no contexto actual de contenção orçamental na Administração Pública.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMA, 2010, Página da Agência para a Modernização Administrativa. (URL: <http://www.ama.pt/>, consulta em 19/06/2010).
- Alameh, N., 2002, GIS Web Services: Evolution and Impact on Urban and Regional Information Systems. In *Proceedings of URISA 40th Annual Conference*, October 26-30, 2002, Chicago, Illinois.
- Alves, R., 1999, O Programa Nacional de Ordenamento do Território: Uma utopia realizável. Comunicação apresentada no *VI Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional*, Braga
- Apsey, E., 2008, Working with the Geodatabase. In *Proceedings of the 2008 ESRI Federal User Conference*. Washington, D.C. (URL: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/feduc08/papers/techworkshops/workingwiththegdb.pdf>, consulta em 6/03/2010).
- Barriguiha, A., 2008, *Eco@gro Digital - Uma Ferramenta Webgis de Apoio na Consultadoria e Gestão Agro-Florestal*. Dissertação de mestrado, ISEGI-UNL, Lisboa.
- Cabral, P., 2007, SIG na Internet: WebGIS. Documentos de Apoio à Unidade Curricular *Aplicações de SIG II* (Mestrado C&SIG, 7ª edição), ISEGI, Lisboa.
- Caetano, M., Santos, T., Carrão, H., Nunes, A. e Barreiros, M., 2001, Desenvolvimento de Aplicações para Generalização de Cartografia Temática. Comunicação apresentada ao *VI ESIG*, Oeiras. (URL: <http://www.igeo.pt/servicos/CDI/biblioteca/PublicacoesIGP/esig2001/papers/esig44.pdf>, consulta em 15/03/2010).
- Campos, Marcelo Costa (2004) Interoperabilidade Entre Sistemas Distribuidos Utilizando Web Services. Comunicação apresentado ao *SUCESU 2004 - Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação*, Florianópolis. (URL: [http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2004/Sucesu/artigos\\_cientif/interoperabilidade.pdf](http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2004/Sucesu/artigos_cientif/interoperabilidade.pdf), consulta em 8/03/2009).
- Dragičević, S., 2004, The Potencial of Web-based GIS. *Journal of Geographical Systems*, 6:79-81.
- Drummond, W. e French, S., 2008, The Future of GIS in Planning: Converging Technologies and Diverging Interests. *Journal of the American Planning Association*, 74:2,161-174.

- Ellul, C., Haklay, M. e Francis, L., 2008, Empowering individuals and community groups – is Web GIS the way forward? In: *AGI GeoCommunity '08: Shaping a Changing World*, September 23 - 25, 2008, Stratford upon Avon, UK.  
(URL: <http://www.agi.org.uk/site/upload/document/Events/AGI2008/Papers/ClaireEllul.pdf>, consulta em 15/12/2008).
- ESRI, 2004, *GIS Topology (an ESRI White Paper)* (Redlands: ESRI).
- ESRI, 2009, ArcGIS Server 9.3.1 Functionality Matrix. (URL: <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcgis-server-functionality-matrix.pdf>, consulta em 22/04/2010).
- ESRI, 2010a, An Overview of the Geodatabase. (URL: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An\\_Overview\\_of\\_the\\_Geodatabase](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An_Overview_of_the_Geodatabase), consulta em 05/03/2010)
- ESRI, 2010b, ArcGIS Installation Guide. (URL: [http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisserver/install\\_gds/dotnet/ArcGIS\\_Server.htm](http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisserver/install_gds/dotnet/ArcGIS_Server.htm), consulta em 12/04/2010).
- ESRI, 2010c, ArcGIS Server and Virtualization (*an ESRI White Paper*). (URL: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/arcgis-server-virtualization.pdf>, consulta em 12/05/2010).
- ESRI, 2010d, Components of an ArcGIS Server System. (URL: [http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/dotNet/components\\_of\\_server.htm](http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/dotNet/components_of_server.htm), consulta em 20/04/2010).
- ESRI, 2010e, Developing with ArcGIS Server: An Overview. (URL: [http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/dotNet/develop\\_with\\_server.htm](http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/dotNet/develop_with_server.htm), consulta em 16/05/2010).
- ESRI, 2010f, ESRI Technology for INSPIRE. (URL: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/esri-technology-and-inspire.pdf>, consulta em 20/06/2010).
- ESRI, 2010g, What types of services can you publish? (URL: [http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/dotNet/what\\_can\\_you\\_publish.htm](http://webhelp.esri.com/arcgisserver/9.3.1/dotNet/what_can_you_publish.htm), consulta em 3/05/2010).
- Faria, N. S., 2006, *Suporte à Edição Cooperativa de Informação Geográfica em Ambiente Web*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- Foote, K. e Kirvan, A., 1997, WebGIS, *NCGIA Core Curriculum in GIScience*.  
(URL: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133.html>, consulta em 10/12/2007).

- Foote, K. e Lynch, M., 1995, *Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts and Definitions*. (URL: [http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/intro/intro\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/intro/intro_f.html), consulta em 4/12/2007).
- Furtado, D., 2006, *Serviço de Visualização de Informação Geográfica na Web: a publicação do Atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service*. Dissertação de mestrado, ISEGI-UNL, Lisboa.
- Goodchild, M F. *et al.* (eds), 1999, *Interoperating Geographic Information Systems*. (Kluwer Academic Publishers:Norwell, MA).
- Goodchild, M., 2007, Citizens as Sensors: the World of Volunteered Geography. (URL: [http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Goodchild\\_VGI2007.pdf](http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Goodchild_VGI2007.pdf), consulta em 12/12/2007).
- INSPIRE, 2007, Directiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março de 2007. (URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:PT:PDF>, consulta em 10/03/2010).
- Julião, R., 2010, Low-Cost SDI. The Portuguese example of building a SDI for small countries. In *Proceedings do FIG Congress 2010*, Sydney, Australia, 11-16 April (URL: [http://www.fig.net/pub/fig2010/papers/ts02b%5Cts02b\\_juliao\\_4165.pdf](http://www.fig.net/pub/fig2010/papers/ts02b%5Cts02b_juliao_4165.pdf), consulta em 6/7/2010).
- Kokalj, Z. *et al.*, 2006, Application of Internet GIS Tools For Heritage Management. ARKAS Case Study. Comunicação apresentada na *International Conference of Territorial Intelligence*, Alba Iulia, 2006. (URL: <http://www.territorial-intelligence.eu>, consulta em 6/03/2009).
- Kraak, M-J., 2001, Settings and Needs for Web Cartography. In *Web Cartography - Developments and Prospects*. Editado por M-J. Kraak e Allan Brown (New York: Taylor & Francis), pp. 1-6.
- Longley, P., *et al.*, 2005, *Geographic Information Systems and Science* (2nd edition) (John Wiley & Sons, Ltd).
- Lopes, J., 2005, *Generalização Cartográfica*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Maguire, D. e Longley, P., 2005, The Emergence of Geoportals and their Role in Spatial Data Infraestrutures. In *Computers Environment and Urban Systems*, 29 (2005). pp. 3-14.

- MAOTDR, 2005, PROT 2006 - *Orientações Gerais para a Elaboração dos PLANOS REGIONAIS DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO*. Gabinete do Secretário de Estado do Ordenamento do Território e das Cidades, Lisboa.
- Matos, A., 2000, *Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional*. Dissertação de doutoramento, Universidade da Beira Interior, Covilhã, pp. 245-261
- Mikkonen, K. e Alppi, S., 2003, Web-Based GIS to Support Citizen Interaction in Land Use Planning. In *Proceedings of the Twenty-Third Annual ESRI User Conference*, San Diego, 2003.
- Nyerges, T. e Jankowski, P., 2010, *Regional and Urban GIS - A Decision Support Approach* (New York: The Guilford Press).
- OGC, 2009, Página do Open Geospatial Consortium (URL: <http://www.opengeospatial.org>, consulta em 17/10/2009).
- Painho *et al*, 2002, Desenvolvimento de Aplicações WebGIS utilizando a especificação Web Mapping Server do OpenGIS. *VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (ESIG 2002)*, 13-15 de Novembro de 2002, Oeiras. (URL: [http://www.igeo.pt/servicos/CDI/biblioteca/PublicacoesIGP/esig\\_2002/papers/p076.pdf](http://www.igeo.pt/servicos/CDI/biblioteca/PublicacoesIGP/esig_2002/papers/p076.pdf), consulta 27/12/2008).
- Percivall, G., 2003, OGC Reference Model. Version 0.1.3 (URL: [http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact\\_id=3836](http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=3836), consulta em 06/08/2005).
- Peng, Z.-R. e Tsou, M.-H., 2003, *Internet GIS – Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks* (New Jersey: Wiley-John Wiley Sons, Inc).
- Peng, Z.-R. e Yu, D., 2002, GIS on the Internet: A State of the Art Review. *Urban and Regional Information System Association's 40th Annual Conference*. October 26-30, 2002, Chicago, Illinois. (URL: <http://downloads2.esri.com/campus/uploads/library/pdfs/23865.pdf>, consulta em 14/12/2008).
- Pornon, H., Yalamas, P. e Pelegris, E., 2008, Services Web Géographiques, État de l'Art et Perspectives, *Géomatique Expert* n° 65, pp. 44-50
- Reinhardt, W., 2000, Principles and Application of Geographic Information Systems and Internet/Intranet Technology. Comunicação apresentada no *Symposium "New Information Processing Techniques for Military Systems"*, Istanbul, Turkey, 9-11 October 2000. (URL: <ftp://ftp.rta.nato.int/Fulltext/RTO/MP/RTO-MP-049/MP-049-10.pdf>, consulta em 02/01/2009).

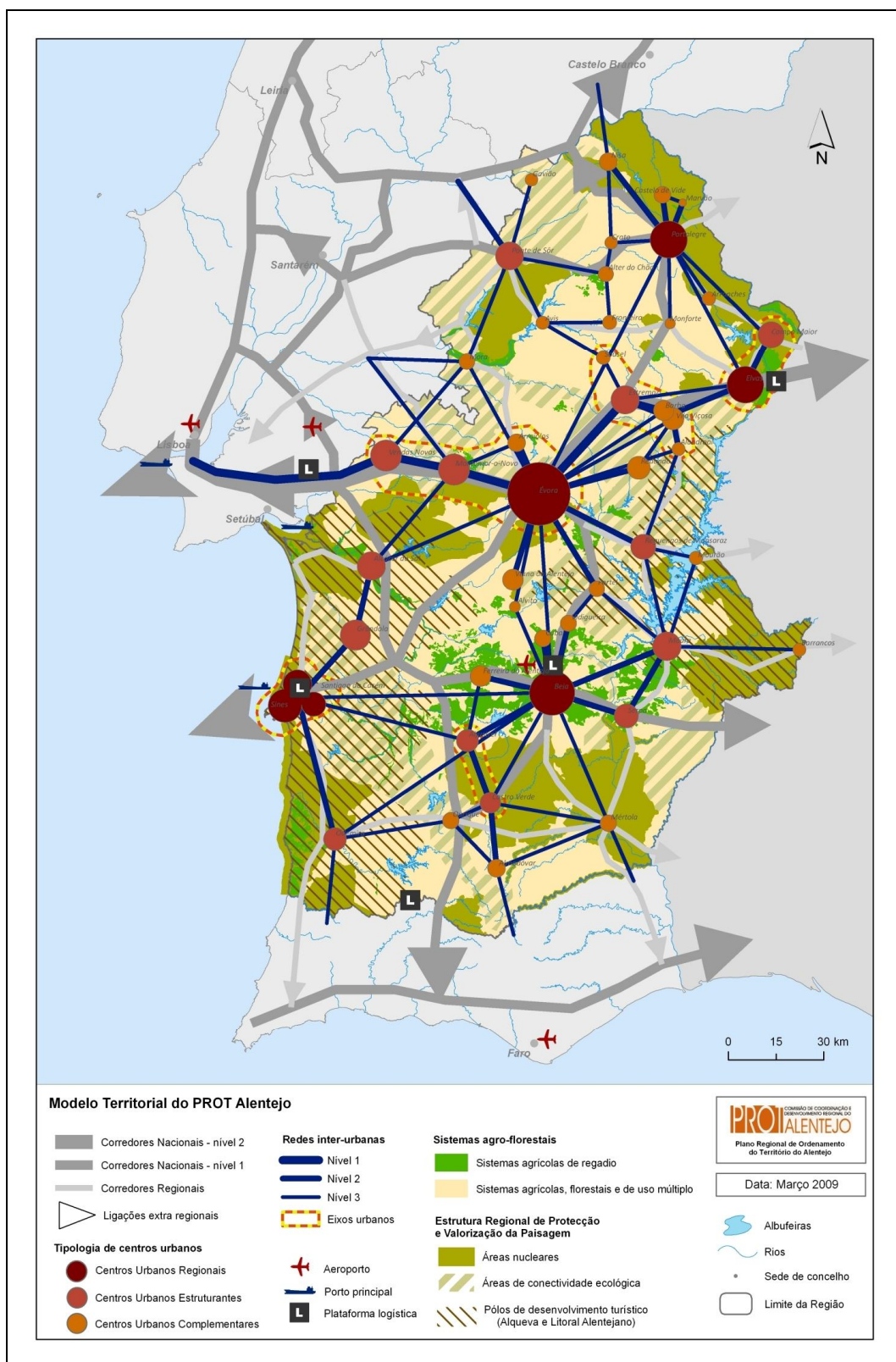
- Rocha, J., 2005, *Informação Geográfica: Meta-Informação, Codificação e Visualização*. Dissertação de doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães.
- Salech, B. e Sadoun, B., 2006, Design and Implementation of a GIS System for Planning. In *International Journal on Digital Libraries*, 6(2):210-218.
- Sendra, J. e García, R., 2000, El uso de los Sistemas de Información Geográfica en la Planificación Territorial. In *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº 20, pp. 49-67.
- Silva, F.A., 2008, *Sistemas de Informação Geográfica na Internet Aplicados ao Turismo na Natureza nos Açores*. Dissertação de mestrado, ISEGI-UNL, Lisboa.
- Silva, H., 2009, *Perfil Nacional de Metadados para Informação Geográfica (Perfil MIG)*. IGP, SNIG. Lisboa. (URL:[http://snig.igeo.pt/Portal/docs/PerfilMIG\\_v1\\_1a.pdf](http://snig.igeo.pt/Portal/docs/PerfilMIG_v1_1a.pdf), consulta em 10/03/2010).
- SNIG, 2010, Página do Sistema Nacional de Informação Geográfica. (URL: <http://snig.igeo.pt/portal/>, consulta em 20/06/2010).
- Vasconcelos, M., 2009, A adopção do ETRS89 em Portugal Continental: implementação, consequências e boas práticas. Comunicação apresentada nas *III Jornadas de Engenharia Topográfica*, Guarda. (URL: [http://www.ipg.pt/estg/ficheiros/ManuelaVasconcelos\\_IGP.pdf](http://www.ipg.pt/estg/ficheiros/ManuelaVasconcelos_IGP.pdf), consulta em 6/01/2010).
- Yeung, A., 1999, Public Access to Geographic Information, *NCGIA Core Curriculum in GIScience*. (URL: <http://ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u190/u190.html>, consulta em 01/12/2007).

## **ANEXO 1**

### **MAPAS INTEGRADOS NO RELATÓRIO FUNDAMENTAL DO PROT**

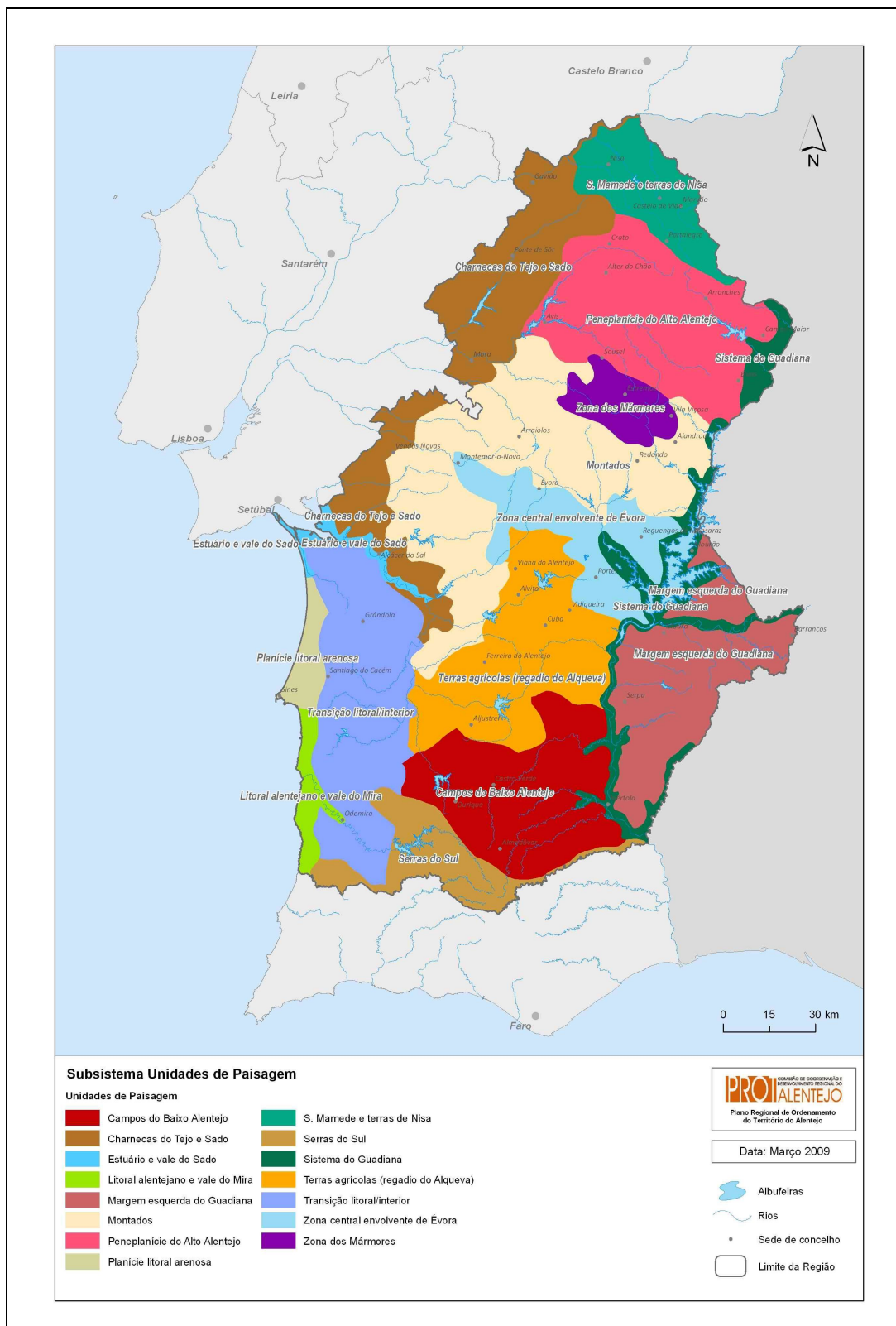
**(Versão final para aprovação pelo Conselho de Ministros, Janeiro 2010)**

No Anexo 1 são apresentados os mapas que integram o Relatório Fundamental do PROT, reformulados na sequência do processamento considerado para o SIGESPROTA

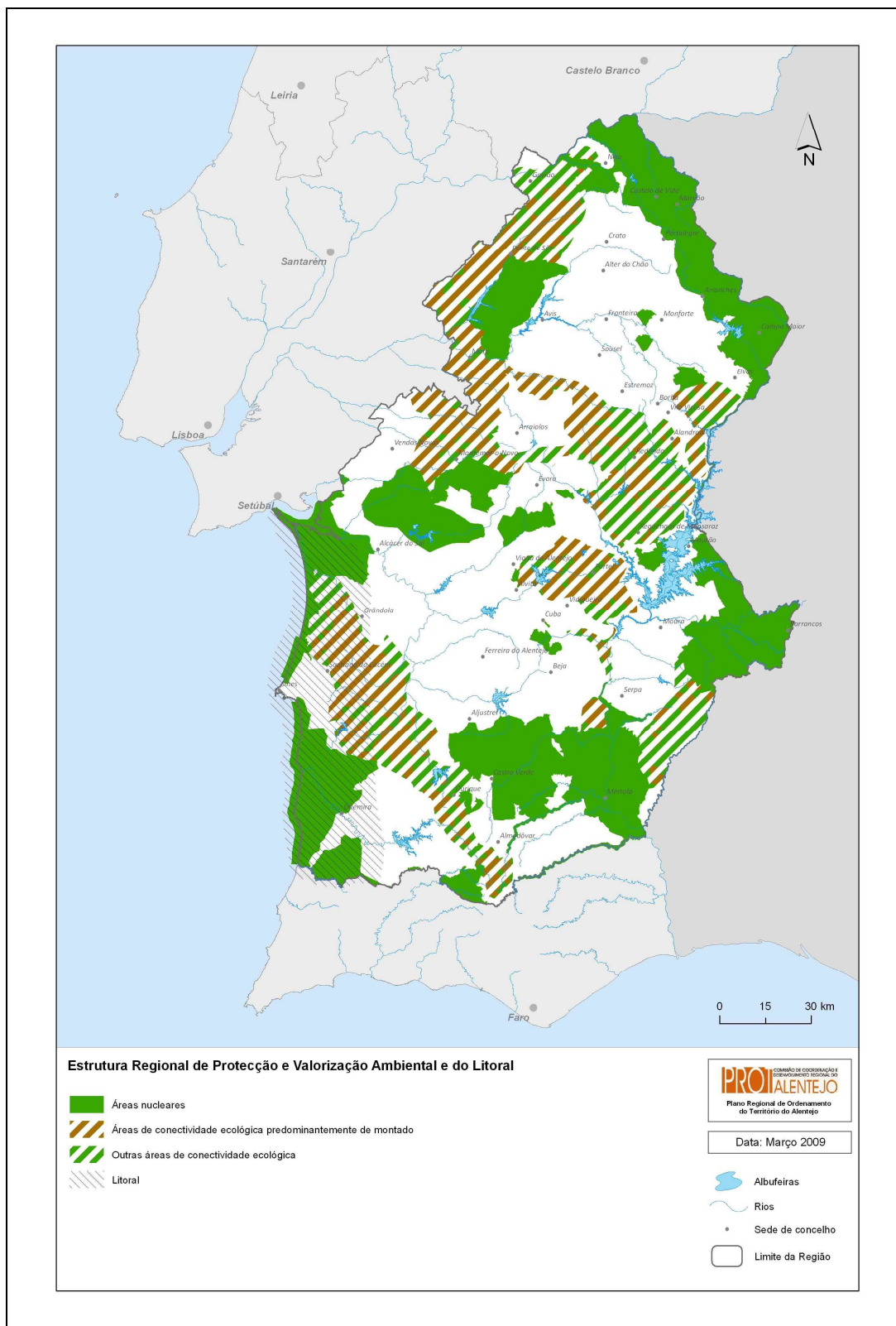


Mapa 1 – Modelo Territorial do PROT Alentejo

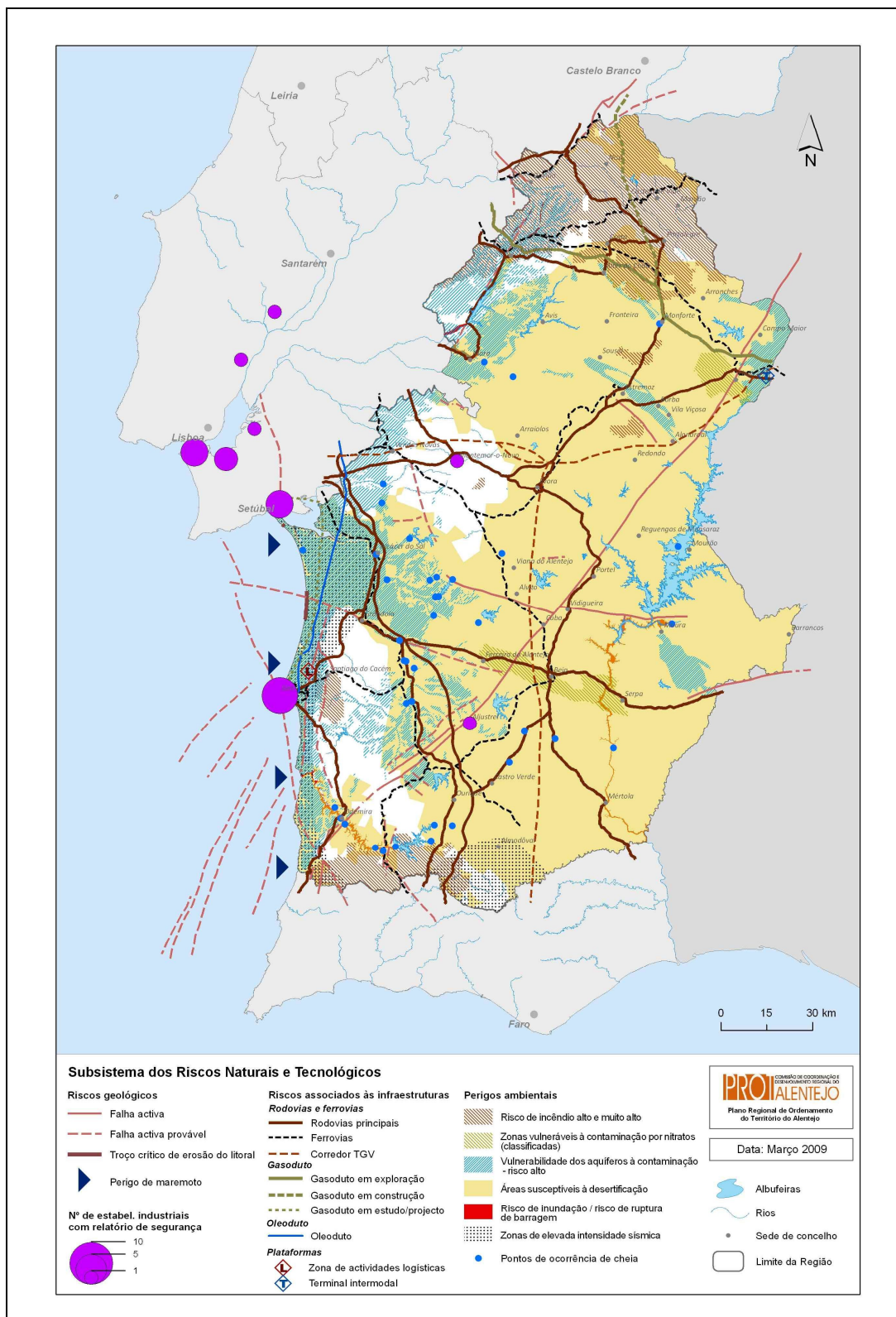




Mapa 3 – Subsistema Unidades de Paisagem

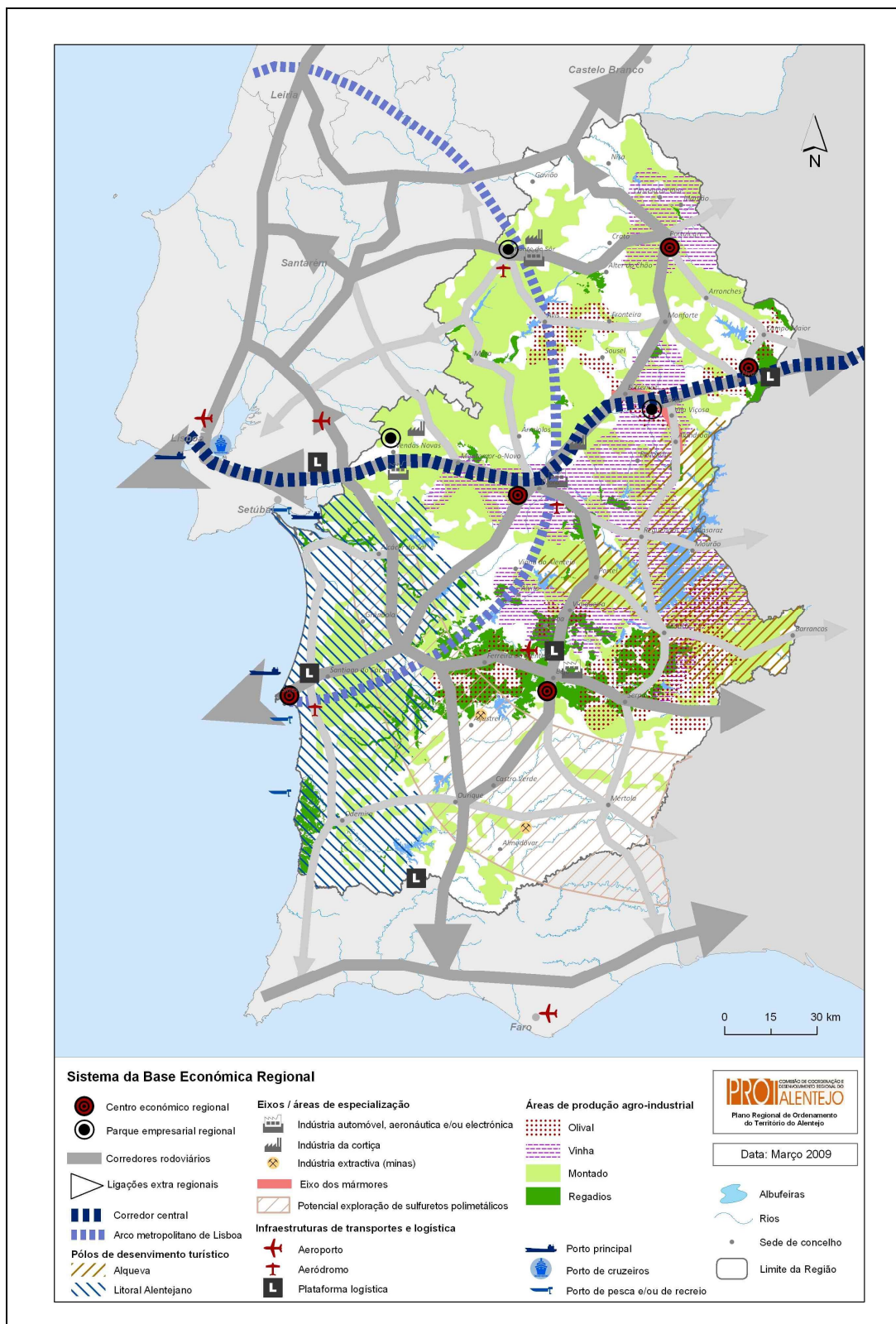


Mapa 4 – Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental e Litoral

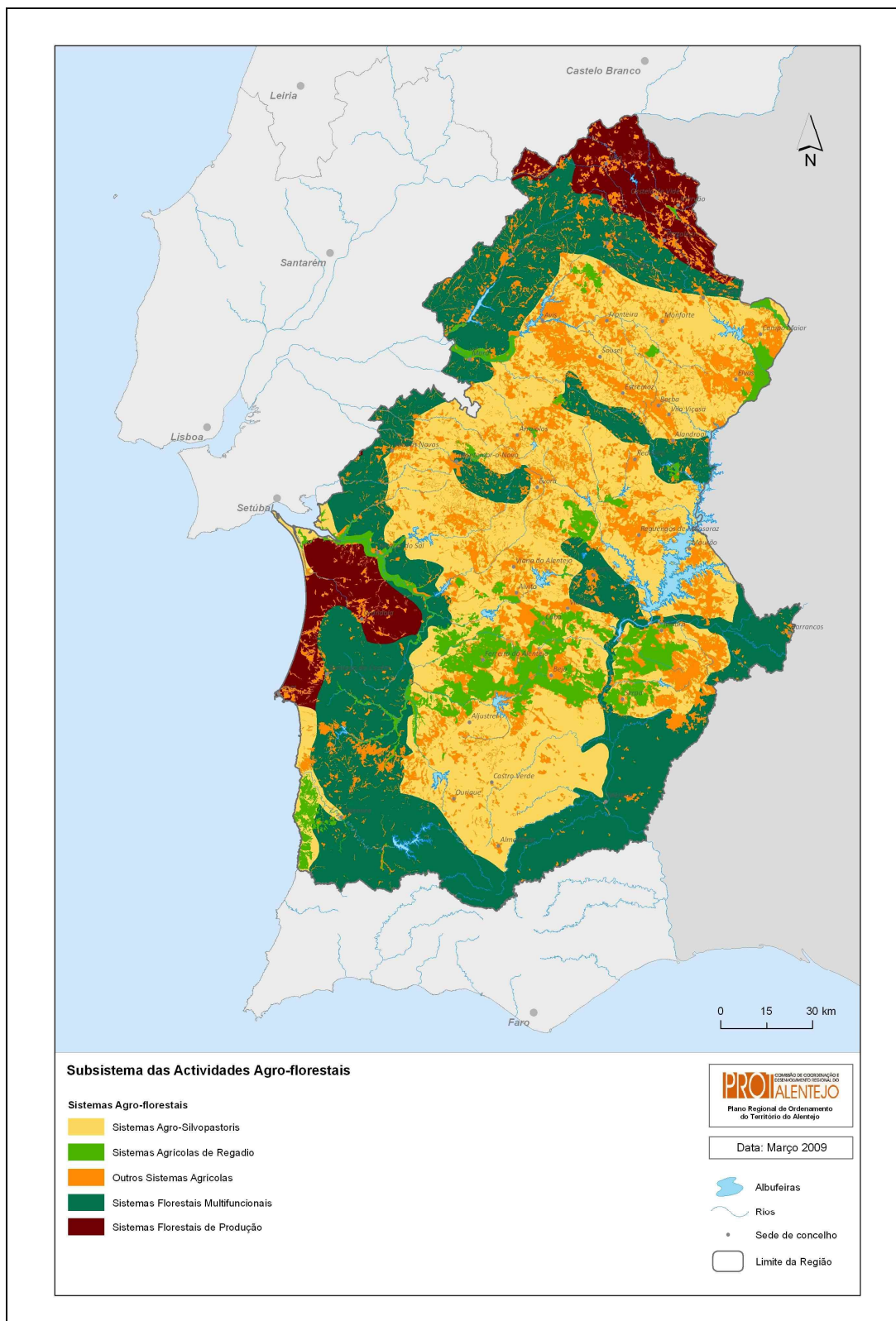


Mapa 5 – Subsistema dos Riscos Naturais e Tecnológicos

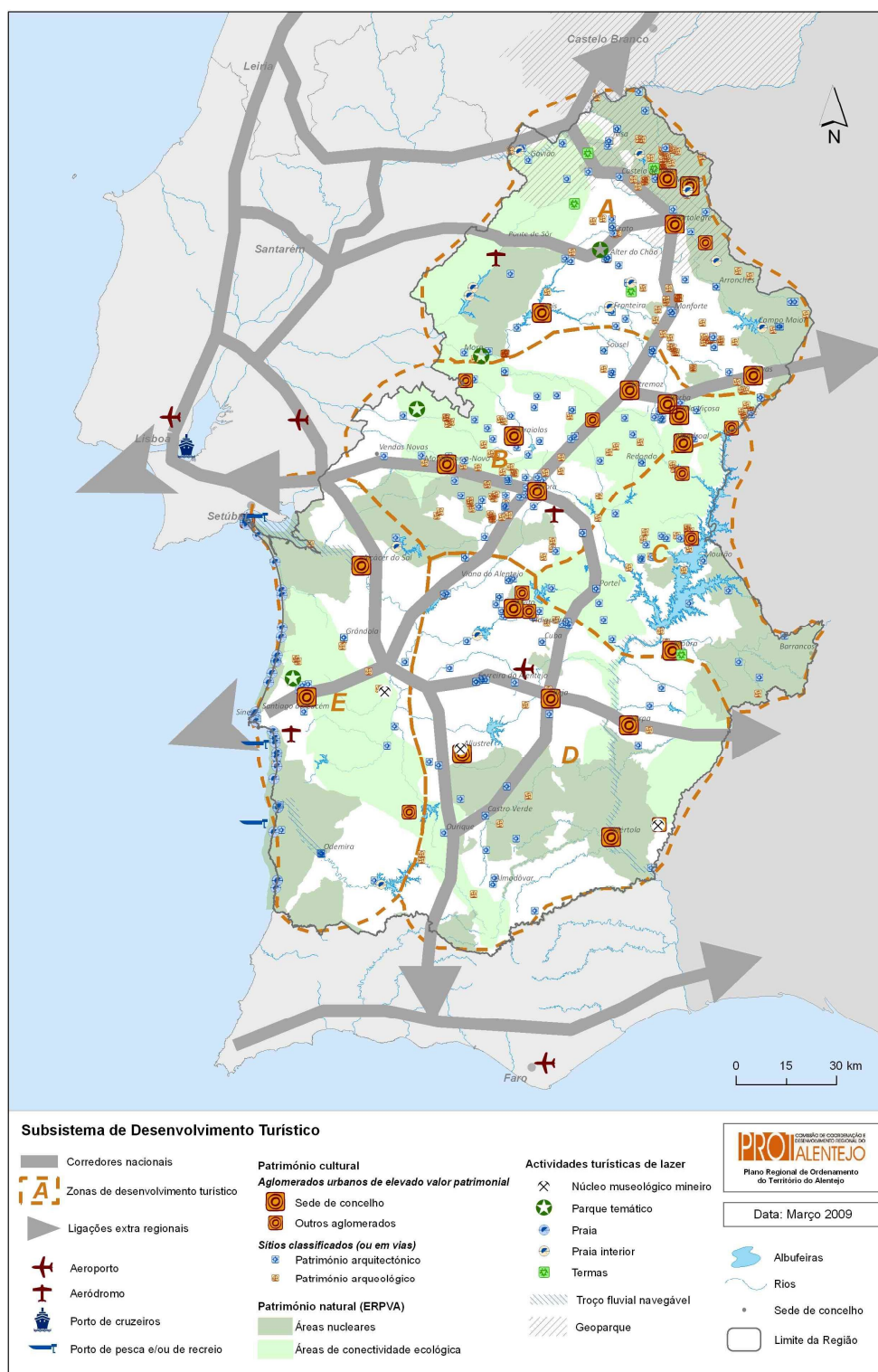




Mapa 6 – Subsistema da Base Económica Regional

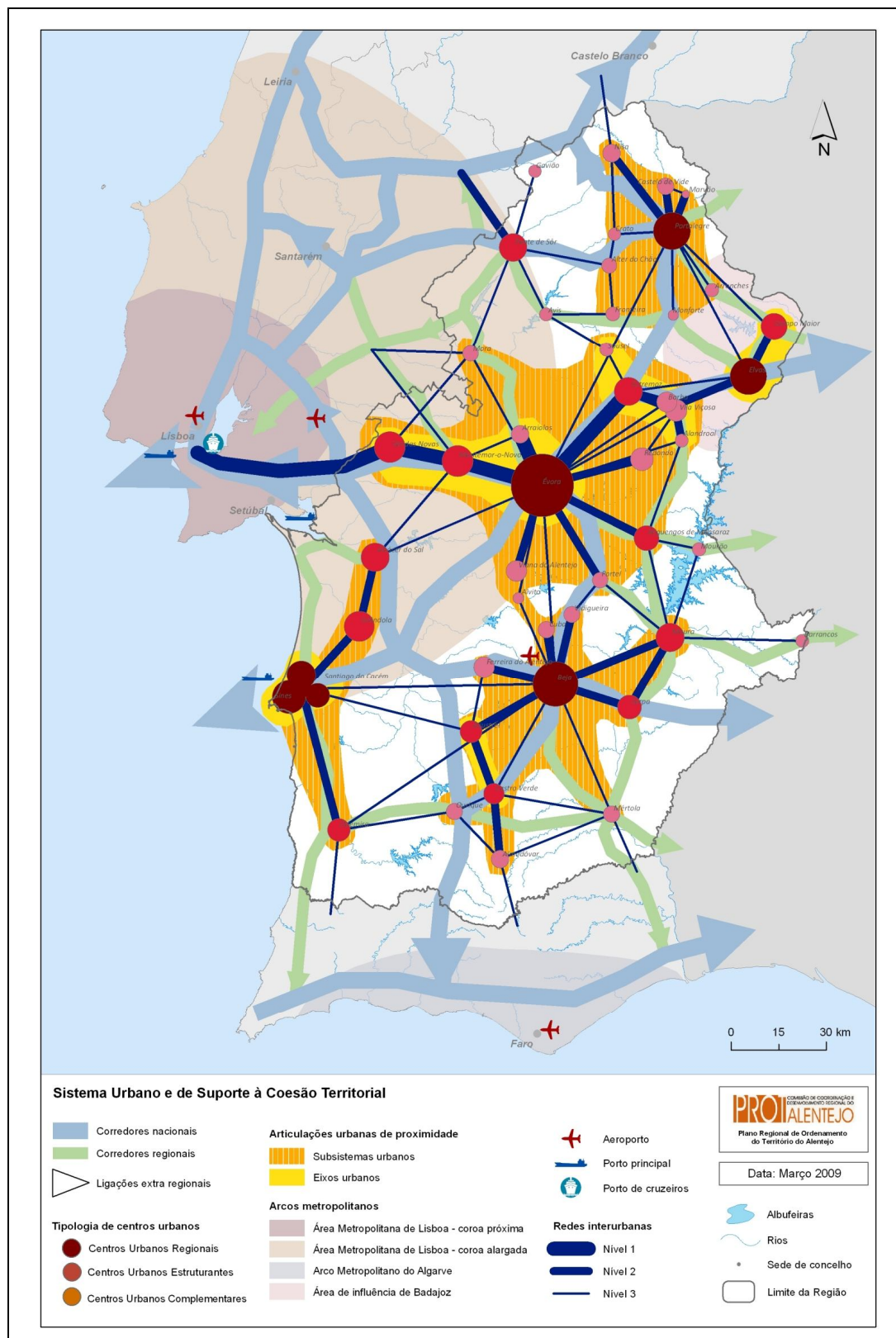


Mapa 7 – Subsistema das Actividades Agro-florestais

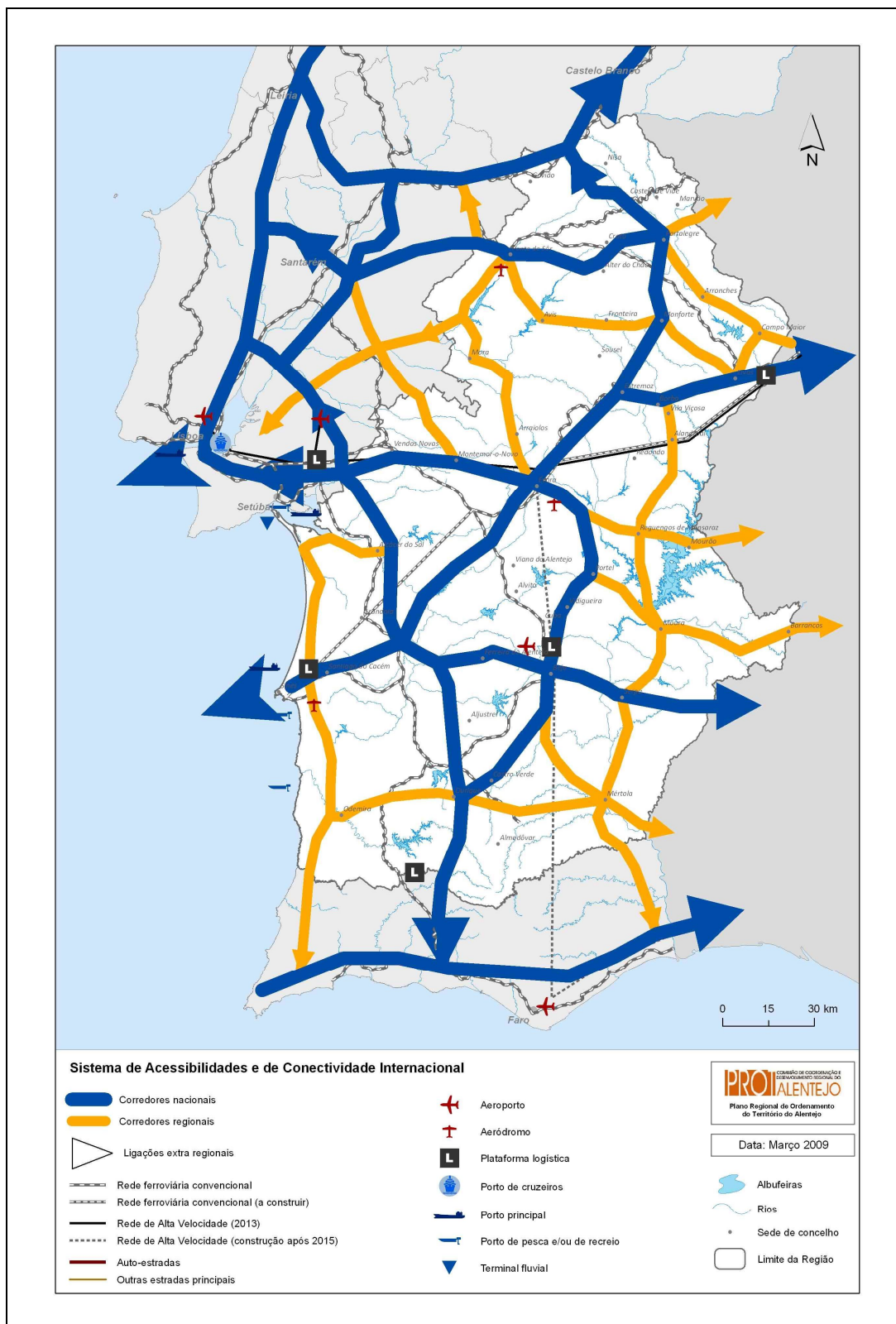


Mapa 8 – Subsistema do Desenvolvimento Turístico





Mapa 9 – Subsistema Urbano e de Suporte à Coesão Territorial



Mapa 10 – Subsistema de Acessibilidades e de Conectividade Internacional